Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe, I

Von

Dr. Alois Kieslinger

Mit 5 Textfiguren und einer Tafel (Karte)

(Vorgelegt in der Sitzung am 17. Dezember 1925)

Der Verfasser arbeitet seit mehreren Jahren an der geologischen Kartenaufnahme des Blattes Unterdrauburg, teils im Auftrage und mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften, teils als externer Mitarbeiter der Geologischen Bundesanstalt. Beiden Anstalten sei hier für die erteilten Subventionen ergebenst gedankt. Über die Aufnahmen wurde bisher, soweit sie das Krystallin betreffen, zwei vorläufige Berichte (54, 56) veröffentlicht.

Die Koralpe — denn dieses Gebirge erfüllt den Hauptteil unseres Blattes — ist infolge ihrer schlechten Begehbarkeit, der Fülle von Gesteinen, die im großen ebenso eintönig wie im einzelnen unendlich mannigfaltig sind, nicht zuletzt vielleicht wegen des Mangels bergsteigerischer Sensationen ein Stiefkind der geologischen Forschung geblieben. Dazu kam, daß eine genauere Bearbeitung erst seit kurzer Zeit, mit den modernsten petrographischen Methoden und Begriffen möglich ist, wollte man nicht so wie einst das ganze Krystallin mit einer einzigen Farbe ausscheiden. Unsere Aufnahmen sind noch nicht vollendet, viele Fragen noch ungelöst. Manche lassen sich ja überhaupt nur bei regional weiterem Ausgreifen beantworten. Trotzdem ergaben sich schon jetzt manche große Züge. Es ist vor allem die Tatsache, daß wir in diesem Teile der Ostalpen Reste eines gewaltigen, uralten Gebirges vor uns haben, das mit »alpinem« Bau fast nichts zu tun hat. Mangels fast aller Grundlagen waren wir gezwungen, mit Aufwand eines großen Schliffmateriales die Richtlinien für eine neue Einteilung und Abgrenzung der Gesteine zu schaffen. Die Arbeit hat dadurch ihren Schwerpunkt stark gegen die petrographische Seite verschoben. Wir sehen darin keinen Nachteil. Von Fundpunkten der Gesteine haben wir nur typische angeführt. Eine solche Abhandlung kann und soll nicht eine geologische Karte ersetzen, die mehr gibt als jeder Text. Wir hoffen, die fertige Karte dem zweiten Teile der Arbeit, der das Altkrystallin behandeln wird, beilegen zu können.

Der Verfasser ist Lehrern und Freunden, die ihm viel geholfen haben, zu wärmsten Dank verpflichtet. Herr Hofrat Prof. Dr. Becke hat viele Ratlosigkeit behoben. Herr Prof. K. Hinterlechner (Laibach) ermöglichte durch sein Eingreifen bei den jugoslawischen Grenzbehörden die Fortsetzung der Arbeiten im Drautal.

Herr Assistent Dr. Dworzak leitete bei chemischen Untersuchungen. Vor allem aber möchte ich meinem lieben Freunde Dr. L. Waldmann danken, der oft und oft bei schwierigen Mineralbestimmungen aushalf.

Wien, 8. Dezember 1925.

Geschichte der geologischen Erforschung.

Die ältesten Arbeiten über diesen Teil Steiermarks, besonders von Anker (9) und Morlot herrührend, können hier vernachlässigt werden, da sie uns heute nur mehr wenig bieten. Die erste genaue Kartierung unseres Gebietes fällt in die Jahre 1854 bis 1856 und wurde von M. V. Lipold in Kärnten und F. Rolle in Steiermark durchgeführt (Lit. 63 bis 67, 77, 78). Bedenkt man die Unzulänglichkeit der damaligen petrographischen Methoden und Begriffe, so kommt man zu einer rückhaltlosen Bewunderung dieser Leistungen. In drei Sommern wurde ein riesiger Flächenraum aufgenommen, alle Gesteine im wesentlichen erkannt. Das Kartenbild hat sich seither nur in Einzelheiten geändert.

Erst 40 Jahre später (abgesehen von gelegentlichen mineralogischen Arbeiten: 49, 50, 68, 70, 80, 88, 90, 96) erscheint die Koralpe wieder in der Literatur (Stur's Geologie der Steiermark [83] und seine Karte folgten ganz der Darstellung Rolles; 1879 hat Hilber auf einer kurzen Exkursion nach der Heimat der Wanderblöcke seines vermeintlichen Koralpengletschers gesucht. Lit. 47). In den Jahren 1893/95 unternahm C. Doelter eine Reihe von Studentenexkursionen, die sich von der Gleinalpe gegen Süd bis in den Bachern erstreckten. Doelter hat einige zusammenfassende Berichte gegeben (22 bis 25), die petrographische Einzelbeschreibung lieferten seine Schüler Bauer (10), Dörler (26), Eigel (34, 35), Ippen (51 bis 53) und Lovreković (69). Diese Arbeiten haben wohl einige Gesteine genauer bekanntgemacht, bedeuten aber doch gegenüber der systematischen Arbeit Rolles keinen Fortschritt. Eine neuerliche vollständige Kartierung hat erst J. Dreger unternommen (zahlreiche Aufnahmsberichte aus den Jahren 1894 bis 1910 in den Verh. d. Geol. R.-A., Lit. 27 bis 33). Auch hier ergab sich mangels intensiver petrographischer Durcharbeitung nichts grundsätzlich Neues. In die Jahre 1900 bis 1914 fallen zahlreiche Einzelarbeiten über kleinere Teilgebiete. Blaschke hat die krystallinen Inseln am Posruck (bei Leutschach) beschrieben (17), Benesch mesozoische Schichten aus derselben Gegend (15) und krystalline Gesteine des Bachergebirges (16), Pontoni (76), Trobey (87), Heritsch (39) die Gang- und Ergußgesteine des westlichen Bachern, Höfer die St. Pauler Berge (48) usw.

Von größter Wichtigkeit sind die seit zirka sieben Jahren erscheinenden Arbeiten von Angel, Heritsch und ihren Mitarbeitern

(1 bis 8, 40 bis 46), die eine genaue petrographische und chemische Untersuchung des nördlich anschließenden krystallinen Gebirges der Glein- und Stubalpe geben. Einzelne dieser Arbeiten greifen südlich bis ins Koralpengebiet. Eine übersichtliche Darstellung der Hauptprobleme des alten krystallinen Kernes in den Ostalpen bringen die »Geologie der Steiermark« (41) und die »Grundlagen der alpinen Tektonik« (45) von Heritsch, die »Gesteine der Steiermark« von Angel, ferner drei wichtige kleine Arbeiten von Mohr (71 bis 73).

Abkürzungen.

Da in der vorliegenden Arbeit einige Ausdrücke sehr oft wiederholt werden müssen, wurde eine kleine Zahl von Abkürzungen gebraucht:

Dt Diaphthorit.
Plural: Dte.
Adjektiv: dt.

Ds Diaphthorese.

AK Altkrystallin, als Bezeichnung des Hauptblocks der Koralpe.

S Dünnschliff. Die beigesetzte Nummer bezieht sich auf unsere Schliffsammlung von Koralpengesteinen. Wo nicht anders erwähnt, ist der Schliff immer senkrecht auf die Schieferung.

bezeichnet die Schieferungsflächen, gelegentlich auch das spezifische Gewicht. Eine Verwechslung ist nicht möglich.

Ab Albit- } gehalt der Plagioklase.
An Anorthit- }

DTS Drautalsynklinale.

Met Metamorphose.
Adjektiv: met.

Nummern in Klammer beziehen sich aut das Literaturverzeichnis am Schlusse der Arbeit.

Kurzer geologischer Überblick.

Auf eine geographische Übersicht verzichten wir hier, die Spezialkarte gibt alle nötigen Einzelheiten. Den geologischen Überblick kann am besten nur eine geologische Karte geben, die aber erst nach endgültigem Abschluß der Aufnahmsarbeiten vorgelegt werden wird. Es seien daher aus einem Vorbericht die für das folgende wichtigsten Tatsachen zur Übersicht herausgegriffen.

Unsere Aufnahmen ergaben eine zwanglose Gliederung nach petrographischen und tektonischen Gesichtspunkten in drei große Einheiten:

1. »Altkrystallin« (zum Teil die »Teigitschserie« von Angel und Heritsch). Mächtige Schichtfolge von Paragneisen und Glimmerschiefern. Das saure Orthomaterial ist diffus verteilt einerseits als Injektionen, welche die Schiefer Lage für Lage durchdringen und vergneisen, anderseits als Pegmatite verschiedenen Alters (eingeschlichtet und Quergriffe). Zweifellose Orthogneise treten ganz zurück. Die basischen Orthostoffe kommen in geschlossener Form als Eklogite, Granatamphibolite, Amphibolite, Hornblendegneise usw. vor. Eigentlicher Eklogit (Granat+Omphazit) tritt ganz zurück gegenüber amphibolitisierten Typen, welche die Minerale mehrerer metamorpher Facien vereinigen. Auffallend ist der Quarzgehalt. Zoisitminerale deuten in ihrer Anordnung auf jüngere Durchbewegungen. Aplitische Durchtränkung hat viele gesteinsfremde Minerale geliefert. Alle Eklogite und Amphibolite sind in konkordantem, vorkrystallinem Verbande mit den Paragesteinen. In den nördlichsten Teilen dieser Schichtgruppe, welche als »Teigitschserie« noch am Bau der Stubalpe teilnehmen, herrschen Amphibolite, in der eigentlichen Koralpe und südlich davon Eklogite vor. Untergeordnet finden sich zahlreiche kleine Vorkommen von krystallinen Marmoren und Dolomiten, reich an Mineraleinschlüssen. Bänderung durch bituminöse oder dolomitische Lagen läßt sie als Absatzgesteine erkennen.

Alle diese Gesteine haben — von örtlichen Störungen abgesehen — keine nachkrystalline Deformation erlitten. Ihre (letzte erkennbare) Met setzen wir in das Paläozoikum. Sie haben das alte NW—SO-Streichen, das für die Reste des »tauriskischen« (Mohr 73) Gebirges im Alpenbau bezeichnend ist. Der eigentliche »Koralpenkern«, ein saures Orthogestein als Quelle der Injektionen, ist nirgends aufgeschlossen.

Durch intensive neuerliche Durchbewegung und Verfaltung mit jüngeren Gesteinen entstand aus dem Südsaum der krystallinen Massen die

2. Diaphthoritzone. Sie liegt dem Altkrystallin mit flachem Südfallen auf. Eine stark rückschreitende Metamorphose hat grobflaserige Granatglimmerschiefer, grüne, chloritführende Hornblendegesteine (teilweise mit Uraliten), welche noch alle Umwandlungsstufen aus Amphiboliten erkennen lassen, u. a. m. erzeugt. Graue unscheinbare, phyllitähnliche Gesteine lassen sich im Schliff als ehemalige Gneise erkennen, dazu gesellen sich unreine Quarzite, graphitische Schiefer und ein unbestimmbarer Rest von Diaphthoriten. Diese Serie zeigt einen deutlichen Schuppenbau, an den Scherflächen ist öfters ein grauer, kaum krystalliner Kalk (paläozoisch?) eingefaltet, der sedimentäre Gerölle des Altkrystallins enthält, also einer einstigen Koralpenüberdeckung entstammt.

Die Ausgangsgesteine dieser Dte waren jedoch weder stofflich vollkommen identisch mit Gesteinen des AK (es war eine kalk- und amphibolitreichere Gesteinsfolge), noch auch wahrscheinlich

ebensohoch metamorph. Es sprechen manche Anzeichen dafür, daß sich auch früher schon hier ein Abklingen der Met gezeigt habe. Der Hiatus zum Paläozoikum war an verschiedenen Stellen des steirischen Krystallins verschieden groß.

3. Drautalsynklinale (im Vorbericht Mahrenberger Serie genannt). Mit diesem Namen fassen wir eine große Gruppe von Phylliten, Grünschiefern usw. zusammen, Paläozoikum unbestimmten Alters. Drüber liegt dann Perm, Trias und Gosau. Bis zum Werfener Schiefer hinauf herrscht eine leichte phyllitische Met, die einen völligen Angleich an die höher krystallinen Schichten im N geschaffen hat. AK und DTS sind einander, das eine von unten, die andere von oben, in der Met auf halbem Weg entgegen gekommen. Dt-Zone und DTS zeigen das alpine W—O-Streichen. Die jungtertiären Transgressionen lassen wir hier außer Betracht.

Die großen Züge der Tektonik können nur regional gelöst werden und wir müssen daher auf spätere Arbeit vertrösten und vorläufig nur das Material beschreiben. Immerhin betonen wir schon jetzt die vollkommene Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Grazer Geologen in anderen Teilen des steirischen Krystallins.

Wir haben ein Altkrystallin mit einer vor- (oder alt-) paläozoischen Tiefentektonik, die Analogien mit Gesteinen der böhmischen Masse nicht verkennen läßt. Im Gegensatz dazu der »alpine« Anteil: junge Oberflächentektonik (im Süden zeigt sich ja ein Unterschied zwischen Berg und Tal, so seicht ist die Aufschürfung), Ds, mangelhafte Neukrystallisation. Dazu der Gegensatz der Streichrichtungen.

Der Eintönigkeit des AK steht die Mannigfaltigkeit der Dte gegenüber.

Eine Phasenfolge ist schwer zu geben. Hat doch z. B. die Krystallisation des AK seine Gebirgsbildung lange überdauert, sicher bis ins jüngere Paläozoikum. Es mag auch ein Teil der alten Vorgänge zur variszischen Zeit neu aufgelebt sein. Ebenso sicher war aber schon im Paläozoikum (Devon?) echtes fertiges AK entblößt und gelangte als Gerölle wieder zur Sedimentation.

Versuchen wir also ein Schema:

1. Met der mächtigen, vorkambrischen Sedimentserie. Die Krystallisation überdauert die tektonischen Ereignisse. Noch lange Zeit andauernder Nachschub pegmatitischer Massen, die teilweise Injektionsmetamorphose erzeugen und (erst im Tertiär?) in scharf durchschneidenden Pegmatiten und in hydrothermalen Quarzgängen erlöschen. (»Tauriskische« Gebirgsbildung [Mohr, 73] = Gleinalmkrystallisation Angel-Heritsch).

2. Ablagerung paläozoischer Sedimente, meist toniger Natur. Ergüsse von Diabasen. Gleichzeitig schon wieder Erosion im AK.

Der alte Krystallisationshof verliert seine äußersten Zonen, der Hiatus zwischen AK und Paläozoikum steigt.

3. Voroberkarbon. Die variszische Gebirgsbildung hat vielleicht die ältere fortgesetzt. Darüber wissen wir nichts. (Ammeringkrystallisation Angel-Heritsch.)

4. Sedimentation Oberkarbon bis Unterkreide. Die tiefsten, paläozoischen Schichten setzen ihre schon im Perm nachweisbare Met fort.

5. Erste alpine Phase (vorgosauisch). AK und Paläozoikum werden an den Grenzen tektonisch gemischt und durch Ds, beziehungsweise leichte phyllitische Met faziell angeglichen. Letztere reicht bis ins Niveau der Werfener Schiefer hinauf. Deckenbau in den Karawanken. Hieher wurde also unserer Meinung nach auch die von Angel-Heritsch beschriebene randliche Ds des Krystallins an der Basis des Grazer Paläozoikums zu stellen sein (Gradener Serie).

6. Eruption von Erguß- und Ganggesteinen dazitischer Magmen.

7. Gosautransgression.

8. Zweite alpine Phase (Alttertiär). Große wag- und senkrechte Verschiebungen, zum Teil an »Blattverwerfungen« (Spitz [81]). Das Lavanttal bricht ein. Der Lavanttaler Bruch geht gegen N in eine flach ostfallende Verwerfung über. Das nördlichste Karawanken-Mesozoikum gleitet von seiner phyllitischen Unterlage gegen N ab (St. Pauler Berge) und fährt teilweise direkt auf Krystallin auf. Große Verschiebung Bacher: Karawanken. Tektonische Senken im Drautal.

9. Jungtertiäre Sedimentation und Tektonik. Epeirogenetisches Ausklingen der Orogenese. Jüngere Störungen auf alten Leitlinien.

Was die Datierung einzelner Vorgänge so besonders erschwert, ist das beharrliche Wiederaufleben der alten Leitlinien. Wohl ist das NW—SO-Streichen alt, wohl ist die Richtung der Dte jung, aber noch der (im wesentlichen) tertiäre Lavanttalerbruch folgt der alten NW-Richtung, ebenso sehr junge Verwerfungen, z. B. in der Braunkohle von St. Stefan im Lavanttale.

Ebenso sicher war ja auch die alte Met kein einheitlicher Vorgang. Es ist eben nur die letzte Met, die wir zu erkennen vermögen.

So läßt sich z. B. wenigstens in unserem Gebiete nicht entscheiden, ob etwas und wieviel der Gebirgsbildung variszisch (karbon) ist, ob die Bewegungen in den Karnischen Alpen so weit nach O gereicht haben. Das fossilleere Paläozoikum verschweigt

zu viel. Jedenfalls aber deuten die grobklastischen Sedimente des Perm auf eine Verstärkung des Reliefs der Landschaft. Der nordalpine Verrukano zeigt durch seine Geröllführung, wie Mohr (71, p. 118) betont hat, daß zur Zeit seiner Bildung das ältere Paläozoikum schon in phyllitischer Met vorgelegen ist. Die Einteilung der Geschehnisse in »Phasen« ist ja nur eine dialektische zur Erleichterung der Übersicht. Die (Regional-)Met ist ein langer, natürlich auch heute noch andauernder Vorgang in der Tiefe. Die »Phasen« der Met entstehen nur durch das zeitlich unregelmäßige Ein- und Auftauchen der Gesteine im »Hof« der Tiefenmetamorphose. Dazu kommen dann die Änderungen durch tektonische Ereignisse ($\pm$ lokale Dynamometamorphose).

Wir geben also unser Schema mit allen Vorbehalten nur als einen vorläufigen Rahmen, als Arbeitshypothese. Nochmals betonen wir, daß diese Gedankengänge nicht neu und besonders in den mehrfach erwähnten Arbeiten der Grazer Schule eingehend erörtert werden. Wir verzichten auf ausführliche Zitierung der oft wiederholten Dinge.

I. Teil.

Die Diaphthoritzone.

Verbreitung der Dt-Zone.

a) vertikal.

Die Ds greift nur einige hundert Meter tief in den Koralpenblock ein, sie ist nur eine oberflächliche Aufschürfung und Umstellung des Altkrystallins. Der Südrand der Koralpe ist durch tiefe Schluchten zerschlitzt und in diesen findet man Altkrystallin fensterartig aufgeschlossen. Die Diaphthorese greift von W gegen O immer tiefer ins Gebirge ein.

b) horizontal.

Die Grenze der Dt-Serie reicht im O viel weiter gegen N als im W, was nur der Ausdruck für den Umstand ist, daß die Ds den Koralpenblock schief durchsetzt. Die Grenzfläche zwischen AK und Dt-Zone streicht also ungefähr WSW—ONO und fällt flach gegen SSO.

Die Ds steigert sich auch deutlich von W gegen O: Die Olivinfelse vom Magdalensberg (Prather Waldung) gehen gegen den Hühnerkogel zu in Serpentin über, die Glimmerschiefer östlich vom Rabenstein verwandeln sich gegen Hohenmauthen zu in phyllitähnliche Dte; die Granatglimmerschiefer vom Jankec-Kogel haben

noch haselnußgroße Granate, in Laaken sind sie kaum mehr halb so groß, im Raum von St. Lorenzen schon zu Hirsekorngröße zerdrückt.

Natürlich besteht keine scharfe Grenze zwischen AK und Dt-Zone. Es ist ein allmählicher Übergang, gestört durch tektonische Rekurrenzen. Trotzdem läßt sich eine Linie noch leidlich gut ziehen: es ist dies die Unterkante der Granatglimmerschiefer vom Typus Jankec-Kogel. Auch Rolle hat dieser Linie seinerzeit den Vorzug gegeben.

Diese Dte lassen sich noch außerhalb der eigentlichen Koralpe gegen O verfolgen. Sie finden sich in einer Reihe von Erosionsanschnitten am Nordhang des Radlzuges in zirka 600 *m* Höhe und bilden eine Art Barre zwischen dem Radlkonglomerat und den unteren Eibiswalder Schichten. Gute Aufschlüsse finden sich u. a. beim Gehöft Bergweiß, Gemeinde Kornriegl (krystalline Kalke und Phyllit-Dte).

Noch weiter im O, bei Leutschach, taucht am Nordhang des Posruck eine größere krystalline Insel auf (und kleinere Vorkommen bei St. Kunigund usw.). Nach Blaschke's Beschreibung (Lit. 17; schon Rolle und Dreger erwähnen dieses Vorkommen) liegen Amphibolite, verschiedene krystalline Kalke, chloritisierte Phyllite, schwarze Kalkphyllite, Quarzite usw. vor, zweifellos die streichende Fortsetzung unserer Koralpen-Dte.

Möglicherweise (nach einer Notiz Dreger's) kommen dt Granatglimmerschiefer noch weiter gegen NNO, an der Basis der Sausalschiefer, bei Mantrach vor.

Die Gesteine des Draudurchbruches im südlichen Posruck (Gebiet von Fresen) konnten noch nicht untersucht werden. Doch liegen nach den Gesteinsbeschreibungen Ippens (Lit. 53) wohl zweifellos auch dort Dte vor.

Die Dt-Zone läßt sich aber auch gegen W weit verfolgen. Wie wir aus den Aufnahmsberichten von Lipold entnehmen, ist der Südteil der Saualpe ganz ähnlich wie die Koralpe gebaut. Aus mündlichen Mitteilungen von Herrn Bergrat Beck, der mit der Neuaufnahme dieses Gebietes beschäftigt ist, entnehmen wir, daß sich in der Saualpe fast die gleichen Gesteine wiederfinden wie in der Koralpe. Wir haben Gründe anzunehmen, daß sich das an seinem Südrand dte AK bis nach Tirol wird verfolgen lassen.

Kennzeichen von Diaphthoriten.

F. Becke versteht unter Dt »Krystalline Schiefergesteine, in welchen als typomorphe Gemengteile die Charakterminerale der oberen Tiefenstufe sich entwickeln auf Kosten proterogener Minerale der unteren Tiefenstufe (13, p. 21 f.)«. Aus dieser Definition folgt, daß Dte eben nur dort noch erkennbar sind, wo die Ds unvollständig war. Ein vollendeter Umbau einer unteren Tiefenstufe in

die oberste ist von einer primären echten phyllitischen Met nicht mehr zu unterscheiden, Phyllonite und Phyllite gleichen einander vollkommen.

Als Kennzeichen für einstige höhere Met können also in erster Linie nur Reste älterer, nicht typomorpher Strukturen und Minerale gelten. Als solche fanden sich in unserem Material:

Biotit sehr bleich, nur mehr schwach pleochroitisch; meist nur mehr spärliche Reste im Chlorit.

Schachbrettalbite, teils echte, teils solche, bei denen ein Unterschied in der Lichtbrechung zwischen den einzelnen Feldern nicht mehr zu erkennen ist.

Albite in großen Porphyroblasten, als typische Neubildungen innerhalb des Trümmerwerks vollkommen zerstörter Minerale.

Umwandlungserscheinungen, zum Teil Pseudomorphosen, die sich in Schliffserien in allen Stadien nachweisen lassen. Als solche kommen besonders in Betracht:

Staurolith ↗ Chloritoid.
Staurolith ↘ feinschuppige Glimmeraggregate.

Hornblende ↗ Chlorit.
Hornblende ↘ Serpentin.

Granat → Biotit → Chlorit.

Titaneisen → Leukoxen.

Pyroxen → Uralit, Epidot.

Biotit → verschiedene farblose und chloritische Glimmer (Vergrünung).

Plagioklase mittlerer Zusammensetzung → Albit, Serizit, Zoisit.

Olivin → Strahlstein → Klinochlor + Antigoritserpentin.

Diese Tabelle soll natürlich nur die Richtung der Umwandlungen andeuten, aber nicht den Rang einer Stoffbilanz (chemische Reaktionsgleichungen) beanspruchen.

Texturänderungen: Zerdrückung größerer Porphyroblasten in subparallele Körnerhaufen. Ferner ein Auseinanderlegen der Bestandteile in homogene Lagen (»tektonische Entmischung«) z. B. von Chlorit + Kalzit oder Glimmerschiefer + Quarz. Zunehmende Aufbereitung der Minerale zu Körnern gleicher Größe und Lage (optische Regelung!), besonders deutlich u. a. an den Amphiboliten und ihren Dten zu verfolgen. Sehr bezeichnend ist die »auswählende« (selektive) Ds, welche einzelne Linsen verschont und aufbewahrt. Ein Schema dieses Vorganges geben wir in Fig. 1.

Auffallend ist der große Kalkreichtum mancher dieser Dte, besonders unter den phyllitähnlichen und den Kalzitamphiboliten. Bei der Besprechung dieses Gesteins sind die Entstehungsmöglichkeiten des Karbonats erörtert.

Ziemlich charakteristisch sind oft äußere geologische Kennzeichen, die schwer zu beschreiben sind, aber doch im Feld bei einiger Übung leicht erkannt werden. Alle die Dte haben ein mißfarbenes, unschönes, »krankes« Aussehen. Dies beruht vor allem auf einem Verlust an Farbe und Glanz. Die im frischen Zustand goldbraunen bis schwarzen Biotite erhalten ein schmutziges Gelb oder Grün (Parallel dazu im Schliff Abnahme der Eigenfarbe und des Pleochroismus). Die tiefschwarzen Amphibolite werden unter der Ds immer matter, bis zu einem stumpfen Grün. Der splitterige Bruch weicht einem staubigen Zerbröseln beim Anschlagen. Bei manchen Bänken erzeugt die Parallelstellung der Hornblenden einen feinen Seidenschimmer. Überall eine Auflockerung des Gefüges, die teilweise mit den Vorgängen bei der Verwitterung Ähnlichkeit hat.

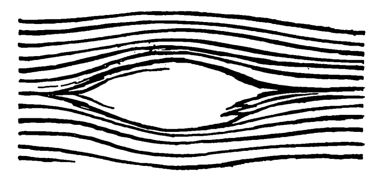


Fig. 1.

Schema der auswählenden (selektiven) Ds: Die gebogenen Scherflächen umschließen eine druckleere Zone »blockierter« Scherflächen. Das Auge AK, die Einbettung Dt. Gilt sowohl für Schliffbilder als auch im großen tektonisch.

Das spezifische Gewicht ist meist zu wenig charakteristisch, als daß sich daraus genetische Schlüsse ziehen ließen. Nur dort, wo es bei »grünen« Dten die Zahl von 2·8 *g* überstieg, wurde es als Hinweis auf Orthonatur angesehen. Hauptsächlich durch Kalkeinlagerung wird es sehr stark herabgedrückt (z. B. bei Amphibolit-Dten von 2·9 bis auf 2·7).

Abgrenzung des Begriffes Diaphthorese.

Eine naheliegende Erweiterung der oben angeführten Definition von Becke, der ja damals von nur zwei Tiefenstufen ausging, wäre es, in den neueren, enger untergeteilten Tiefenstufen oder metamorphen Fazien jeden Schritt nach rückwärts, jede Verminderung im Grade des Metamorphismus als Ds aufzufassen. So wären z. B. in unserer zentralen Koralpe die Eklogitamphibolite als Dte von Eklogiten aufzufassen usw.

Wir befürchten aber, eine solche Erweiterung würde gleichzeitig eine Verwässerung und Entwertung dieses für die alpine

Geologie so unendlich fruchtbaren Begriffes bedeuten, derart, daß wir schließlich überhaupt keine krystallinen Schiefer mehr fänden, die nicht Dte wären.

So sicher also z. B. manche der Zoisite unseren Eklogitgesteinen faziesfremd sind, so wollen wir doch Ds auf solche Fälle beschränken, wo aus einem (beliebigen) höheren metamorphen Zustand ein solcher einer phyllitähnlichen Met erzeugt wurde.

Alle unsere Dte sind gleichzeitig Tektonite, meist Mylonite. Alle verdanken ihre Veränderung einer starken tektonischen Beanspruchung. Nur eine solche weckt alle Molekularkräfte auf, sich dem neuen Gleichgewichtszustand anzupassen (Mobilisation Sander's), sie »hebt die Unterkühlung auf«, wie man es auch ausgedrückt hat.

Übersicht und allgemeine Fragen.

Wir haben eingangs schon hervorgehoben, daß das heutige Bild der Dt-Zone ein durchaus jungalpines ist, eine oberflächliche Modellierung eines uralten voralpinen Gebirges. Wir werden in der folgenden Gesteinsbeschreibung sehen, daß es schwer ist, alte und junge Bestandteile der Dt-Zone zu trennen.

Der Geologe stellt nun an den Petrographen vor allem zwei Fragen:

1. Was waren die Ausgangsgesteine der Dte und in welchem Verhältnis standen sie zum AK?

2. Waren sie ebenso hoch krystallin? Hat etwa (dauernd oder zeitweise, überall oder stellenweise) ein Hiatus in der Met bestanden?

Die Pegmatite, Granatglimmerschiefer und jene Gneise oder Glimmerschiefer, die das Muttergestein der phyllitähnlichen Dte gewesen sind, sind durchaus mit dem AK vergleichbar. Die Hauptmasse der Dt-Zone wird aber von anderen Gesteinen gebildet, vor allem von jenen vieldeutigen »grünen Schiefern«, die teils wohl Dte von Amphiboliten sind. Die Uralitschiefer sind aber eher von Gabbros oder Diabasen abzuleiten.

Fremdartig ist auch der Kalkgehalt. Ähnliche Gesteine fehlen in der Koralpe, die wenigen Orthoamphibolite sind nicht gut mit ihnen zu vergleichen. Kalke aber in Form von Marmoren verschwinden fast überhaupt gegenüber der Masse von anderen Gesteinen.

Allerdings geht der Südhang der Koralpe fast im Verflächen der Dt, so daß man deren Mächtigkeit leicht überschätzt.

Wir müssen also eine obere kalkreiche Serie annehmen, dazu noch die gabbroiden Gesteine oder Diabase.

Sie waren frische Gesteine, eventuell tektonisch zur DTS gehörig, jedenfalls aber sicher keine hochkrystallinen Schiefer.

Auch der Olivinfels kann keine Met mitgemacht haben, sonst wäre nichts mehr von ihm erhalten.

Natürlich muß ja irgendwo die Met des AK ausgeklungen haben. Wir glauben, daß dieser Außensaum schwächerer Met teilweise (im Paläozoikum und Mesozoikum) durch Erosion zerstört wurde, daß aber Teile von ihm in der Dt-Zone erhalten geblieben sind. Die Erosion verstärkte den Abstand von AK und den Sedimenten im S. Zur Zeit, als jene unten beschriebenen Kalke mit Krystallingeröllen entstanden (Devon?), war er stellenweise sehr groß. Die alpine Faltung in der Kreide hat ihn dann wieder verwischt.

Wir möchten hier nur andeuten, daß vielleicht die »Gradener Serie«, die von Angel-Heritsch im Stubalpengebiet ausgeschieden wurde, ein Äquivalent unserer Dt-Zone sein könnte. Dann würde unsere Auffassung einen Versuch bedeuten, den Widerspruch zwischen den Auffassungen von Angel-Heritsch einerseits und Mohr anderseits zu lösen. Erstere behaupten, letztere bestreitet den Hiatus zwischen AK und Paläozoikum.

Kalkgesteine.

a) **Tektonisch eingelagerte Kalke.**

Sie gehören, wie erwähnt, eigentlich nicht in die Dt-Zone, sondern sind tektonische Fremdlinge. Des Zusammenhanges halber seien sie hier besprochen. Es sei ferner vorausgeschickt, daß bei diesen »halbkrystallinen« Gesteinen auf eine Unterscheidung der Begriffe Kalk und Marmor, weil hier sinnlos, verzichtet wurde.

Kalkstein von St. Lorenzen.

Graue, fein (durch bituminöse Substanz) gebänderte Kalksteine. Gelegentlich auch Lagen von rein weißem Kalzit. Sie enthalten Gerölle von krystallinen Gesteinen, meist bis auf Quarze und Glimmerschüppchen aufbereitet, welche eine sedimentäre Schichtung erzeugen.

Das Bild (Fig. 2) von einem kleinen Steinbruch am Osthang der Kuppe ⟡ 1013, 750 *m* westlich der Kirche von St. Lorenzen, zeigt deutlich, daß es sich um sedimentäre und nicht etwa um tektonische Gerölle handelt. Gleichzeitig gibt das Bild eine gute Vorstellung von der starken Durchbewegung dieser Gesteine.

Sandiger Kalkstein 300 *m* südlich Rajok (Rojak der Karte).

Gleich dem vorigen krystalline Gerölle; die Quarze haben hier bis 5 *cm* Durchmesser.

Kalkstein im Steinbruche 200 *m* nördlich Panink.

Dichter dunkler Kalk, gleich den vorigen voll dunkler Fremdkörper. Die Hauptmasse des im Steinbruch abgebauten Materiales

ist ein fast schwarzer homogener Kalk, klingend hart, muschelig scharfkantig brechend. Die bituminöse Färbung ist durch Glühen leicht zu entfernen, worauf man dann die dunklen glasglänzenden Quarze sich vom weißen Kalke schön abheben sieht.



Fig. Faltenbild aus dem Dt-Marmor. Kleiner Steinbruch an der Nordseite der Kuppe ⌖ 1013 bei St. Lorenzen. Man sieht deutlich, daß die krystallinen Gerölle auf Schichtflächen angeordnet sind. Warvenschichtung. Stauchfalten.

Im Dünnschliff (*S* 27) sieht man die Kalkspatmasse, bestehend aus unregelmäßigen eckigen Körnern, nicht verzahnt. Die Fremdkörper liegen als wohlgerundete Körner richtungslos in der Kalkgrundmasse. Ihre Größe im untersuchten Handstück nicht über 1 *mm*.

Bestimmt wurden Quarz, Orthoklas, Muskowit, Titanit.

Diese für die Dt-Zone so bezeichnenden Kalke haben eine große räumliche Verbreitung, jedoch immer nur in kleinen, tektonisch abgequetschten Linsen. Das östlichste Vorkommen in der eigentlichen Koralpe liegt schon nahe der Tertiärgrenze auf der markierten Straße Eibiswald—St. Lorenzen, beim Gehöfte Woger (Jägerwirt); dort wurde in einem Steinbruche Straßenschotter gewonnen.

Alle diese Gesteine sehen den Devonkalken des Grazer Paläozoikums außerordentlich ähnlich. Zum Vergleich wurde ein ähnlich bituminös gebänderter Kalkstein vom Zigöllerkogel bei Köflach untersucht (*S* 38). Der Vergleich mißlang insoferne, als fremde Einschlüsse fast fehlten (etwas kohlige Substanz, einige

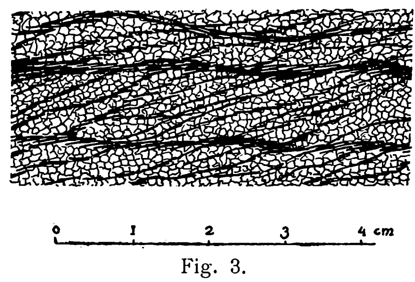


Fig. 3.
Deltaschichtung in Marmor. Skorianc-Keusche, Gemeinde Laaken.

Muskowitschüppchen bis 0·1 *mm* Durchmesser), auch die Kalkspatindividuen viel größer waren (500 μ gegen 75 μ bei Panink als Durchschnittswerte).

Wenn auch die petrographische Ähnlichkeit grauer Kalke wenig beweist, so bleibt doch schon aus geologischen Gründen nicht viel anderes als ein paläozoisches Alter für diese Geröllkalke übrig.

Geröllmarmore von Laaken.

In der Gemeinde Laaken finden sich weiter Geröllkalke, die sich von der St. Lorenzener Gruppe durch höhere Krystallinität unterscheiden. Die Einschlüsse, meist Quarzgerölle, sind schon deutlich geschwänzt. Immerhin zeigt ein alter Steinbruch beim Gehöft Skorianc noch deutliche Deltaschichtung, gegen S gerichtet (Fig. 3) (Sedimentzufuhr also von N, was mit dem sonstigen geologischen Befund gut stimmt). Die Träger der Schichtung sind Muskowitblättchen (meiner Meinung nach sedimentärer Herkunft) die dem sonst vollkrystallinen Marmor Schichtung verleihen.

b) Diaphthoritmarmore.

Die Bezeichnung eines Marmorgesteins als Dt stößt auf viele Bedenken. Gerade Kalkspat neigt am leichtesten von allen gesteinsbildenden Mineralen zur Umkrystallisation, hat am wenigsten Befähigung zur Erhaltung alter Texturen. Die akzessorischen Minerale, vor allem die Glimmer, sagen wenig, weil man ihnen meist nicht ansieht, ob sie im Marmor (aus dessen tonigen und kieseligen Verunreinigungen) entstanden sind oder ob sie fertig in die Kalkmasse sedimentiert wurden. Überhaupt ließe sich auch ein Vergleich der Stärke der Met, gemessen an den akzessorischen Mineralen, nur bei chemisch völlig gleichem Material ausführen, das gerade bei einem Sediment wieder nur sehr selten vorhanden ist. Es versagen also bei diesen Gesteinen fast alle oben angeführten Kennzeichen für Dte. Immerhin ergibt sich für einige Vorkommen aus dem geologischen Zusammenhang eine gewisse Wahrscheinlichkeit für ehemals altkrystallines Alter.

Tremolitmarmor aus dem Multerergraben.

Im Multerergraben, einem kleinen Zufluß der Drau, 3 *km* östlich von Lavamünd, fanden sich am Abhang des Lorenzenberges große Mengen eines hochkrystallinen weißen Marmors, der durch tektonische Zusammenschoppung eine Mächtigkeit von 200 *m* erreicht. Beim Gehöft Pfeffer finden sich darin schöne Tremolite, in bis 8 *cm* langen, farblosen bis weißen Stengeln, mit ausgezeichneter prismatischer Spaltbarkeit und etwas schlechtere nach der Endfläche (Spaltblättchen // c-Auslöschung 13 bis 15° $c:\gamma$). Daneben fand sich Salit in schönen augitischen Prismen (Lit. 57, übrigens der erste Fund in alpinen Gesteinen). Häufig sind auch Quarze, wohl pegmatitischer Herkunft. Dazu kommen weiße bis schwach gelbliche Phlogopitblättchen, endlich schwarze, glänzende Pyritpseudomorphosen mit seltenen Spuren würfeliger Spaltbarkeit.

Kalkzug Feistritzgraben — Wildbachgraben.

Die Fundpunkte liegen im Feistritzgraben südlich des Gehöftes Gerold (Jerat der Karte), dann auf dem Kamm SSO des Haderniggs, $1^1/_2$ *km* südlich der Ortschaft St. Barthelmä; von dort läßt sich der Gesteinszug über Gehöft Schimenz bis in den Wildbachgraben verfolgen.

Bezeichnend für diesen Marmorzug ist der Reichtum an Silikatmineralien, besonders Glimmern (umkrystallisiert, wahrscheinlich also nicht sedimentäre Einschlüsse). Die grüne Farbe erinnert sehr an gewisse altkrystalline Augitmarmore.

Im Schliff (*S* 69, 84) zeigen sich neben dem Karbonat verschiedene Glimmer (Margarit?), Biotit, Muskowit (Pseudom. nach

Skapolith?) und andere farblose Minerale, alle mit Anzeichen starker Zerstörung. In den Muskowiten entwickeln sich myrmekitartige Zersetzungsprodukte von geringerer Licht- und Doppelbrechung. Ihre Kleinheit gestattet keine nähere Bestimmung. Ungemein häufig sind Titanminerale, sowohl Titanit als auch Titaneisen mit dicken Leukoxenrinden. Kleine Körnchen von Oligoklas-Albit und von undulösen Quarzen. Chloritische und zoisitische Zerstörungsprodukte mit unter- und übernormalen Farben.

Der Mineralbestand, besonders der Reichtum an Titanmineralien und die postkrystalline Biegung der Glimmer sprechen zusammen mit der geologischen Erscheinung für Dte eines hochkrystallinen (Augit-?)Marmors. Zwingende Beweise lassen sich freilich nicht erbringen.

Graphitische Gesteine.

Graphitische Substanz spielt, abgesehen von der Pigmentierung der Kalke, in unseren Gesteinen eine recht geringe Rolle. Ein wichtiges Vorkommen ist der

Graphitquarzit vom Gehöft Soinik, südlich St. Lorenzen.

Ein mattschwarzer, harter, schieferiger Graphitquarzit, abfärbend. Das Schliffbild (*S* 72) zeigt viel weniger Graphit als man nach dem Handstück vermuten möchte. Es sind spärliche, unregelmäßige Punkthaufen, die anscheinend Korngrenzen bevorzugen. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus kleinen (0·1 *mm*) Quarzkörnern, die zackig ineinandergreifen. Starke Regelung der Form und Optik: Längsrichtung der Körner $//s$, zirka zwei Drittel von ihnen haben $\gamma' \perp s$. Dazu kommen Serizit (an Scherflächen), Apatit, Turmalin und seltene Leisten von Biotit. Dieser ist bleich und mißfarben. Pleochr. γ' honiggelb, α' licht weingelb. Dieser Biotit ist eigentlich das einzige Argument für die Dt-Natur dieses Gesteins.

Olivinfels und Serpentin.

Auf den Hängen südlich des Jankeckogels fand sich Olivinfels mit Strahlstein. Er geht gegen O rasch in Serpentin über. Dieser steht z. B. im Sattel zwischen Jankeckogel und Hühnerkogel in 1430 *m* Höhe, unmittelbar NW der Alm Roßhütte an. Dieses Vorkommen hat mächtige, metergroße Blöcke in den Wölblgraben hinab geliefert. Solche Blöcke liegen in großer Anzahl am Ausgang des Wölblgrabens ins Drautal und wurden seinerzeit irrtümlich als anstehend kartiert. Einzelne abgequetschte Linsen lassen sich am Nordhang des Bergzuges Hühnerkogel — St. Urban bis Laaken verfolgen.

Wir greifen drei Stadien der Serpentinisierung als Beispiele heraus:

Olivinfels Pratherwaldung.

Auf den beiden Kämmen, die vom Jankeckogel nach SW gegen das Drautal herunterziehen, finden sich im aufschlußarmen Wald zwischen 1250 und 1320 *m* Höhe Blöcke eines gelbgrünen, schieferigen Gesteins, an dem man zunächst nur strahlige Hornblende erkennt. Auf angeschliffenen und polierten Flächen bemerkt man einige Millimeter große grüne Krystalle, die erst im Schliff als Olivin erkannt wurden. Schwarze unregelmäßige Flecken zeigen den Beginn der Serpentinisierung. Den Schliff (*S* 64) beherrschen die großen farblosen Olivinkrystalle. Eine Maschentextur u. dgl. fehlt vollkommen und nur durch die optische Orientierung (A. E. $\perp$ Spaltbarkeit) ist eine Unterscheidung von Pyroxen möglich. Die Umwandlung nimmt nun folgenden Lauf:

Zunächst bilden sich größere Scheiter von schilfigem Strahlstein, die den Olivin durchsetzen. Eine zweite Generation von Neubildungen besteht nun aus Klinochlor (leicht pleochroitisch, // den Spaltrissen dunkler) und Antigorit. Sie sind miteinander orientiert verwachsen; an der Grenze der über- (Antigorit) und unternormalen (Chlorit) Farben treten schwarze Kompensationsstreifen auf. Diese Neubildungen durchsetzen sowohl den Olivin als auch die Hornblende.

Eine Probe des Gesteins ergab mit Salzsäure Kieselsäuregallerte. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das Gestein auch Pyroxen (Enstatit?) enthält. Die vorliegenden Schnitte gestatteten keine eindeutige Bestimmung.

Serpentinblock aus dem Wölblgraben.

Ein zweites Handstück zeigt den Fortschritt der Serpentinisierung: Das Gestein ist makroskopisch schwarz, mit grünlichen Flecken, mit dem für Serpentin bezeichnenden schwachen Fettglanz. Trotzdem spiegeln noch größere Olivinkrystalle mit ihren Spaltflächen ein. Sie sind aber schon ganz schwarz. Die grünen Flecken sind Strahlstein. Im Schliff (*S* 68) hat die Umwandlung gegenüber dem vorigen Beispiel große Fortschritte gemacht:

Der Olivin ist wohl noch in größeren Durchschnitten da, aber er ist ganz erfüllt von den zwei Generationen Neubildungen: Strahlstein und Chlorit + Antigorit. Die letzteren bevorzugen sichtlich Spaltrisse des Olivins. Reichlich sind auch Talkschüppchen vorhanden.

Antigorit-Serpentin Roßhütte.

An diesem Stück sehen wir die Serpentinisierung vollendet. Es ist ein schwarzgrüner, fettig glänzender Serpentin. Dünne Blättchen

sind olivgrün durchscheinend. Abgebrochene Blöcke zeigen alle die gleichen Verwitterungserscheinungen: eine bis 1 *cm* dicke Rinde strahliger Faserbüschel (Chlorit?) mit einem äußersten Überzug von weißem Talk. Karbonat (größtenteils $MgCO_3$, etwas $CaCO_3$) in großen gelben Krystallen.

Im Schliff (*S* 30) bemerkt man Reste von Strahlstein. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aber aus einem eng verfilzten Gewebe von Antigorit und Klinochlor, ersterer γ', letzterer α' in der Längsrichtung. Der Klinochlor ist ferner dadurch ausgezeichnet, daß seine Fasern oft auseinandergestaucht sind und Spindeln von Karbonat einschließen. Sehr schön zeigt sich auch hier wieder die orientierte Verwachsung von Serpentin und Chlorit. Talk und Karbonat in großer Menge.

Die Erzeinschlüsse folgen gewissen regelmäßigen Richtungen, besonders zwei Hauptsystemen, die sich unter ca. 45° schneiden. Die Antigoritfasern wieder sind in bezug auf die Erzzonen orientiert. Ein Teil von ihnen steht $\perp$ auf den Erzschnüren und verbreitet sich dann fiederförmig zu größeren Feldern. Andere dagegen füllen schlauchartige Hohlräume zwischen den parallelen Erzschnüren; sie sind teils //, teils $\perp$ zur Längsrichtung der Kluft (?) gestellt. Es liegen also wohl kleine Altersunterschiede zwischen den einzelnen Serpentinbildungen. Genau die gleichen Erscheinungen hat R. L. Parker von Serpentinen aus Graubünden beschrieben (Lit. 74). Ganz ähnliche Amphibolit-Olivinfelse kennen wir auch durch Hammer (Lit. 38) aus dem Ultentale. Sie enthalten Olivin, rhombische und monokline Hornblende, monoklinen Pyroxen als Hauptgemengteile und Chlorit, Serpentin und Talk als Neubildungen, wobei sich Chlorit und Talk aus Strahlstein, Serpentin aus Olivin gebildet hat. Verwandlung von Hornblende in Talk hat übrigens Tschermak aus der Koralpe (»auf dem Wege von Wolfsberg auf die Koralpe«) beschrieben (Lit. 88).

Amphibolit-Diaphthorite und Uralitschiefer.

Die Hauptmenge unserer Diaphthorite sind grüne Gesteine, die von sicheren Amphiboliten im N bis zu undefinierbaren Grünschiefern im S übergehen. Dieses Abklingen der Met ist keineswegs einheitlich, sondern durch »tektonische Rekurrenzen« gestört. Auch hat die Ds keineswegs überall gleichmäßig gewirkt. Mitten in Grünschiefern finden sich Linsen unversehrter Amphibolite, ja Gabbroähnlicher Gesteine.

Diese im Großen eintönige, im einzelnen unendlich mannigfaltige Schichtfolge hatte bis jetzt jeder petrographischen Erfassung getrotzt. Rolle nennt sie »nicht wohl auf einen festen petrographischen Begriff zurückführbare metamorphe Schiefer«, auch Lipold weiß nichts Rechtes mit ihnen anzufangen. Am besten hat Ippen diese Gesteine erkannt; er hält die »grünen Schiefer«

Doelter's für »durch Gebirgsdruck und nachträgliche Einwirkung von Infiltration durch kohlensäurehältige Wässer veränderte Gesteine«. Seine Beschreibungen erwähnen schon die zahlreichen Druckerscheinungen, sowie »das Zerfallen von größeren Krystallen (der Hornblende) in ein Haufwerk von äußerst kleinen Säulchen«. Dreger hielt die Gesteine für Verwitterungsprodukte.

Sicherlich sind diese Dte aus verschiedenen Gesteinen hervorgegangen und haben wohl erst durch die Ds eine so große Ähnlichkeit erhalten. Ein Teil von ihnen ist sicherlich aus Amphiboliten (und diese aus Eklogiten?) entstanden. Sehr häufig sind aber unter ihnen Uralitschiefer, die nicht gut einem ehemaligen krystallinen Schiefer zugeschrieben werden können, sondern wohl nur von einem $\pm$ frischen Eruptivgestein (Diabas?) abzuleiten sind. Ob dies nun Gesteine aus dem äußeren Teil des Hofes der Met waren oder aber tektonisch eingeschaltete Glieder aus der Drautalsynklinale (Mahrenberger Zone), wird sich wohl nie entscheiden lassen, weil die Ds schon viel zu weit vorgeschritten ist. Alle Plagioklase sind entkalkt, es sind nur neugebildete Albite(-Oligoklase) da. Das Karbonat hat sich an anderen Stellen angereichert. Granat und Biotit sind vollständig verschwunden; Zoisit, Epidot, Chlorit usw. sind in bezug auf ihre Herkunft vieldeutig.

Betrachten wir in der zentralen Koralpe das Durcheinander und Ineinander von Eklogiten, Eklogitamphiboliten, Gabbro usw., so verstehen wir die Unauflösbarkeit der Dt-Zone. Ein Teil der Amphibolit-Dte zeigt Übergänge in Glimmerschiefer (z. B. nördlich Writschniggkogel), beziehungsweise in stärker dten Gebieten Grünschiefer in phyllitähnliche Dte (z. B. St. Simon—Pernitzen). Vielleicht deutet diese Durchdringung auf Sedimentnatur (oder doch wenigstens Tuffe) einiger Amphibolit-Dt.

Einige Beispiele:

Uralitschiefer von St. Lorenzen.

Eine Reihe von Handstücken, beziehungsweise Schliffen lassen sich gut nach zunehmender Ds ordnen. Die Farbe des Gesteins sinkt dabei von glänzend schwarz bis zu mattgrün. Gleichzeitig leidet auch die Festigkeit des Gesteins. Die Feldspate sind, soweit überhaupt noch zu erkennen, Oligoklas. Die Uralite in den besser erhaltenen Stücken sind schöne, große Krystalle, die pleochroitische Hornblendehülle umschließt den farblosen Pyroxenkern: beide sind gleich orientiert, nur daß die Hornblende um 12° weniger schief auslöscht. Nun steigt die Ds (*S* 16): die Uralite werden randlich zerstoßen, der Pyroxenkern wird immer kleiner. Das Grundgewebe vermehrt sich auf Kosten der größeren Krystalle. Es besteht vorherrschend aus Fetzchen der grünen Hornblende, sehr viel Titanit, Epidot, Chlorit, Zoisit und ähnlichen Mineralen. Ein anderer Schliff (*S* 15) zeigt die Zerstörung weiter fortgeschritten: die Uralite sind

schon fast aufgerieben, zeigen nur mehr schwache Zonenstruktur mit einem lichteren Kern als Rest des Pyroxens. Die Hornblendefetzchen erfüllen das Grundgewebe. Sie sind schon deutlich geregelt mit $\alpha' \perp s$. Die Scherflächen, vorhin noch sehr unregelmäßig, haben sich gerade gestreckt und sind so parallel geworden. Gleichzeitig haben die verschiedenen Zerstörungsprodukte (Glimmer, Hämatit, Leukoxen. . .) zugenommen. Ein weiterer Schliff (*S* 14) zeigt vollendete Ds: Parallele Lagen von Hornblende und den restlichen Mineralen durchziehen den Schliff. Alles ist stark optisch geregelt: die Hornblende (noch schön pleochroitisch α' licht gelbgrün, γ' tief saftgrün) hat α', der Quarz $\gamma' \perp s$. Trotz der vollkommenen Zerstörung verrät das spezifische Gewicht $s = 2 \cdot 933\, g$ noch immer das Orthogestein.

Ähnliche Schliffe haben der Amphibolit vom Hühnerkogel u. a. m. geliefert.

Kalzit-Chloritschiefer.

Dieses merkwürdige Gestein wurde an verschiedenen Stellen der Dt-Zone gefunden. Bezeichnende Stücke findet man: St. Lorenzen, südlich der Kirche St. Leonhard (Graben, der zum Soinik führt), dann, vermutlich in der streichenden Fortsetzung, südlich St. Barthelmä, endlich viel weiter im S an der Radlstraße kurz vor Mahrenberg (nördlich Schießkogel, östlich Walchmühle).

Es sind dies Uralitschiefer ähnlich den vorigen, bei denen allmählich Uralit durch Chlorit ersetzt wird. Was sie aber auszeichnet, ist der hohe Karbonatgehalt, der die Hälfte des Gesteins ausmacht. Ein Lorenzener Handstück (*S* 33) lieferte (als Mittel aus drei quantitativen Bestimmungen) $19 \cdot 81\,\%$ CO_2 entsprechend $45 \cdot 05\,\%$ $CaCO_3$! Dieser Schliff zeigt keine Uralite mehr, durch die starke Karbonatbeimischung ist das Gewicht auf $s = 2 \cdot 775\, g$ gesunken. Das Gestein besteht also hauptsächlich aus Chlorit + Kalzit, akzessorischem Epidot (kleine Zwillinge), Titanit usw. Aber schon einen halben Meter ober dieser Fundstelle liegen wieder schöne Uralite, ein Beweis für die ungleichmäßige Durcharbeitung des Gesteins und für die Unmöglichkeit, Einzelheiten auf der Karte auszuscheiden. Ein Handstück von St. Barthelmä zeigt noch Uralite, aber stark verbogen. Im Schliff (*S* 13) findet man trotzdem noch Pyroxenkerne. Chlorit hat die Verdrängung der Hornblende begonnen. Akzessoria wie oben. Da noch wenig Karbonat, ist s noch höher: $2 \cdot 982\, g$. Das Mahrenberger Gestein (*S* 29) zeigt keinen Uralit mehr.

Es ist schwer, den $CaCO_3$-Gehalt aus dem Gestein selbst abzuleiten (etwa durch Zerstörung von kalkreichen Plagioklasen). Mohr erwähnt ähnliche Dte von Orthoamphibolit aus dem oberen Drautal (Verh. Geol. B. A. 1925, p. 98). Brongniart führte in seiner «Classification des roches« ähnliche Hornblende-Kalkspat-

gesteine als »Hemithrene« an. Auch Lecoq und Lasaulx behandeln (Lit. 62) ähnliche Dte. Über Freiwerden von Kalkkarbonat bei der Ds vgl. ferner Boeke-Eitel, Grundlagen d. phys.-chem. Petrographie, p. 283.

Die Phyllite der Drautalzone enthalten diabasische Mandelsteine, deren Mandeln mit Kalzit erfüllt sind. Es könnte für unsere Kalzitamphibolite eine analoge Herkunft vermutet werden.

Alle diese Erklärungen haben aber etwas sehr gezwungenes, besonders wenn man bedenkt, daß der abnorm hohe Kalkgehalt auch bei den phyllitähnlichen Gneisdiaphthoriten auftritt, wo er noch weniger aus dem Mineralbestand erklärt werden kann.

Wir neigen also zu der Ansicht, daß bei der Ds ein Teil der Gesteine entkalkt, vielleicht auch der eine oder andere Marmor aufgelöst wurde, und daß sich dieser Kalkgehalt in anderen Dten zonenweise angereichert hat.

Ds mit Kalkabfuhr wurde von alpinen Graniten (Lit. 21 und 82) und von moldanubischen Glimmerschiefern (Lit. 61) beschrieben.

Altkrystalline Amphibolite in der Dt-Zone.

Wie eingangs erwähnt, greift die Ds nur wenige hundert Meter tief in den Koralpenblock ein. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn wir beim Hinabsteigen in die tiefen Schluchten des Feistritz-, Wild- und Radlbaches in immer weniger dt Schichten, schließlich in Altkrystallin kommen, das als »Fenster« unter den Dten auftaucht.

Amphibolite, die nicht als Dte aufgefaßt werden können, finden sich z. B. beim Stopper im Feistritzgraben (*S* 92). Die gut erhaltene krystalloblastische Struktur, das Fehlen der chloritischen Zerstörungsprodukte, nicht zuletzt das hohe spezifische Gewicht s = 2·959 *g* spricht für Altkrystallin.

Übrigens finden sich oft mitten in den Dten unversehrte Linsen von AK, die durch Blockierung der Scherflächen verschont geblieben sind (»Auswählende Ds«, vgl. Fig. 1). Gute Beispiele unter anderem im Wildbachgraben ⌖ 866 (*S* 93), überhaupt in den tieferen Teilen der Dt-Zone, so am Hühnerkogel, nördlich St. Urban, auf der Lončar-Hube, am Ausgang des Wölblgrabens usw.

Granat-Disthen-Staurolith-Glimmerschiefer.

Die unterste Schichtgruppe, welche wir noch zur Dt-Zone rechnen, ist eine Folge von teilweise sehr charakteristischen Granatglimmerschiefern. Durch die zwischen W und O verschiedene Ds, auch durch vertikale Übergänge entstehen viele Abänderungen, die aber doch nicht den Rang eigener Gesteinsarten beanspruchen können. Besonders im O, im südlichen Hadernigg, ist eine scharfe Abgrenzung dieser Gesteine gegen das AK nicht möglich.

Der ursprüngliche Mineralbestand dürfte gewesen sein:

Granat, Disthen, Staurolith, Feldspat (?), Biotit, Muskowit, Quarz und Akzessoria.

Am auffälligsten ist ein größerer Komplex (»Typus Jankeckogel«), der, mit Amphibolit-Dten wechsellagernd, westlich vom Hühnerkogel beim Jankeckogel beginnt, und von hier die west-östliche Wasserscheide zwischen Drau und Feistritzbach bildet. Er streicht mit zunehmender Ds über das Krumbachtal bis in den Raum von St. Lorenzen. Im westlichen Teile, bis gegen St. Urban, sind die Granate haselnußgroß. Das feine graue Grundgewebe tritt an Masse dagegen vollständig zurück. Weiter gegen O, z. B. im südlichen Hadernigg, werden die Gesteine immer mehr zerstoßen. Die zerbrochenen Granate haben nur mehr Erbsengröße. In St. Lorenzen sind sie vollständig zermahlen und das Gestein wechsellagert in kleinen Schuppen mit Amphibolit-Dten und Quarziten. An einigen Stellen ist übrigens ein ganz allmählicher Übergang zwischen Amphibolit und Glimmerschiefer, so auf der großen Verebnung nördlich des Writschniggkogels, beim Wirtshause Koslitsch.

Die Glimmerschiefer mit den großen Granaten sind sichere Dte. Schon makroskopisch, sehr deutlich aber im Schliff, zeigen sich die enggescharten Scherflächen, welche das Gestein in kleine linsenförmige Körper mit einem Granat als Kern zerlegen. Die Muskowite sind gestaucht, verbogen, zerfetzt und schmiegen sich den harten Granatkörnern an. Disthen ist noch reichlich vorhanden, Staurolith dagegen schon größtenteils umgewandelt, teils in Chloritoid, teils in feinschuppige Glimmerhaufen. Chlorit findet sich im Grundgewebe, besonders in der Nähe der Granate. Biotit ist nur mehr selten erhalten (*S* 20, 62).

Wir bringen einige Beispiele, geordnet nach zunehmender Ds:

Granatglimmerschiefer, erratischer Block im Tertiär (*S* 4).

In einem feinen, grauen, glimmerigen Grundgewebe liegen bis 1 *cm* große Granate eingewickelt. Dadurch erhält das angewitterte Gestein ein bezeichnendes knolliges, konglomeratähnliches Aussehen. Die Granate sind im Schliff auffallend rein, jedoch mehrfach zerdrückt und mit anderen Mineralen verkittet. Große einheitlich auslöschende Teile von Staurolith schwimmen in einem Filz von Chloritoid und Muskowit. Sie sind die Reste größerer Krystalle. Pleochroismus des Chloritoids $\gamma > \alpha$, γ' zitrongelb, α' blaßgelb, fast farblos.

$$\rho > v, \text{ opt } +, \ c : a' = 30°$$

Chlorit als Zersetzungsprodukt des Granats. Quarzhaufen in subparalleler Anordnung als Reste größerer Körner. Im Grundgewebe, parallel der Schieferung, kleine Kryställchen von Turmalin. Apatit in feinen Nadeln, Muskowit in kurzen Scheitern. Kein Biotit!

Seine Substanz mag im Muskowit und Chlorit stecken. Becke und Koechlin haben Umwandlungsgleichungen zusammengestellt:

Staurolith + Biotit + Wasser = Chloritoid + Muskowit +
+ Chlorit + Quarz

bei einer Verminderung des Volumens 2016 1864 (Lit. 59). Quarze folgen der Trenér'schen Regel.

Granatglimmerschiefer Jankeckogel (*S* 47).

Makroskopischer Gesamteindruck des Gesteins wie vorhin. Im Schliff die zerbrochenen Granate auch hier wieder ganz rein. Die Glimmer, welche die Scherflächen bilden, sind deutlich postkrystallin verbogen und zerfasert. Disthen bildet ausgedehnte Körnerhaufen, besonders in den Streckungshöfen der Granate. Er zeigt meist geringe Auslöschungschiefe (maximal 22°). Staurolith noch in einigen seltenen Körnchen. Die Quarze sind aus dem Grundgewebe größtenteils ausgewandert und haben sich zu reinen Quarzlagen angereichert. Regelung nach Trener.

Granatglimmerschiefer unmittelbar südlich St. Barthelmä (westlich der Kirche).

Dieses Handstück unterscheidet sich vom vorigen durch die bedeutend stärkere Durchbewegung. Die Granate sind zu kleinen Körnern zerbrochen. Deutlich sichtbare Scherflächen zerlegen das Gestein in linsenförmige Körper. Auf diesen Flächen Reste von zerstoßenen Muskowitblättchen. Das Schliffbild (*S* 21) wird von drei Elementen beherrscht: Große Granatkörner in einem feinen Grundgewebe, dazu Quarzlinsen. Diese größtenteils geregelt, hier aber $\alpha' \perp s$, also entgegen der Trener'schen Regel.

Die Glimmer zerfallen deutlich in zwei Gruppen, in gut ausgebildete Muskowitscheite, postkrystallin zerstoßen und in größere Aggregate, die aus winzigen Schüppchen bestehen. Es sind wohl Umwandlungsreste von Staurolith und ähnlichen Mineralen, teilweise vermutlich auch zerstoßene Reste von größeren Glimmern. Turmalin in kleinen braunen pleochroitischen Säulchen, opakes Erz.

Granatglimmerschiefer Wölblgraben bei Mlačnik.

Dieses Vorkommen ist nicht anstehend, sondern ein kleines Bergsturzfeld vom Jankeckogel. Makroskopisch wie die vorigen, Granat aber noch mit Resten von Krystallform. Im Schliff (*S* 66) Granat, Disthen, Muskowit, Quarz, Chlorit, Reste von Biotit. Solche fanden sich auch in einem völlig unkenntlichen Dt, einem

stark gefältelten und verquarzten Glimmerschiefer SO der Kirche St. Lorenzen (*S* 20).

Die Ähnlichkeit mit den Almandin-Disthenglimmerschiefern, welche Angel aus der Gleinalpe beschrieben hat, ist unverkennbar.

Lavamünder-Glimmerschiefer.

Das Südwesteck der Koralpe wird von einer Glimmerschieferserie gebildet, die vollkommen von Gesteinen des AK zu der Dt-Zone überleitet. Der enge Verband mit dem AK, die starke Pegmatitisierung usw. sprechen gegen Zuteilung zur Dt-Zone. Besonders auffallend ist der Gegensatz der zwei benachbarten Kämme des Lorenzenberges und des Gorizenberges, die beide vom Hühnerkogels gegen SO herabführen. Der östliche, der Gorizenberg, trägt die typischen phyllitähnlichen Dte, der Lorenzenberg dagegen die Glimmerschiefer und hochkrystallinen Marmore.

Es bleibt also die Wahl, ob man diese — jedenfalls sehr stark diaphthoritischen — Glimmerschiefer zum AK oder zur Dt-Zone stellt. Im letzteren Falle wären sie Äquivalente des Glimmerschiefers vom Jankeckogel, von dem sie sich hauptsächlich durch das kleinere Korn und die intensive Streckung, ferner durch den beträchtlichen Biotitgehalt unterscheiden. Wir begnügen uns mit einem Beispiel:

Granatglimmerschiefer, Aufstieg im Schottergraben (bei Lavamünd) zum Baumgartner.

Hellglitzernder Muskowit-Almandinglimmerschiefer, die Glimmer deutlich verbogen, wickeln die Granate ein. Muskowit überwiegt weitaus über Biotit. Das Gestein hat eine starke Streckung, die besonders durch die schwarzen Stengel der ausgewalzten Biotite und der kleinen Turmalinsäulchen betont wird. Der Schliff (*S* 62) zeigt löcherigen Granat, offenbar Reste von zerdrückten größeren Körnern, mit vielen Einschlüssen von Biotit und Turmalin. Zwischen den Granataugen liegt ein Gemenge von Quarz und Plagioklas (16 bis 20 $^0/_0$ An, Zwillinge sehr selten). Im Grundgewebe finden sich ferner sehr kleine Prismen von Staurolith und Zwillinge von Disthen. Die Turmaline sind in dem Schliff senkrecht auf die Streckung fast nur in Basisschnitten getroffen. Sie zeigen deutlichen Zonenbau, Kern grün, höher lichtbrechend, Hülle braun. Zonare Erzeinschlüsse. Akzessorisch Erz und Titanit.

Phyllitähnliche Diaphthorite.

Neben den Grünschiefern, die den Hauptteil der Dt-Zone bilden, sind Phyllonite am häufigsten. Es sind dies recht verschiedene, meist graue oder grüne Gesteine, mit serizitischen Scherflächen. Durch Chloritaufnahme gehen sie unmerklich in Grünschiefer, beziehungsweise Amphibolit-Dte über. Geht man das

Profil des Feistritzgrabens vom Altkrystallin aus gegen S, so glaubt man immer im AK zu sein. Kommt man von der anderen Seite, so sieht man alles für Phyllite an. So unmerklich ist der Übergang in der Met. Viele Gesteine werden erst im Schliff als Dte erkannt, manche lassen sich überhaupt nicht sicher bestimmen, sind doch auch viele echte Phyllite in unsere Dt-Zone eingelagert. Das Ausgangsgestein dieser Dte ist nur ganz andeutungsweise zu erraten. Es dürften meist Glimmerschiefer und Gneise gewesen sein. Für die kalkreichen könnten eventuell Kalksilikatgneise angenommen werden. Dagegen spricht aber der Mangel an augitischen, beziehungsweise chloritischen Mineralen. Alle diese Gesteine sind aufs Schärfste gefältelt und durchbewegt. Sie zeigen schmutzige, indifferente Farben, alle Gemengteile sind so zerstoßen, daß sie mit freiem Auge überhaupt nicht, gelegentlich aber auch mit den stärksten Vergrößerungen des Mikroskops nicht mehr bestimmt werden können. Im ganzen sehen die Gesteine durchaus wie echte Phyllite aus. Aber schon beim Zerschneiden[1] merkt man, daß sie dies keineswegs sind. Beim Ritzen zeigen sie sich ja weich, weil Glimmer, Kalzit usw. das Gesamtbild fälschen. Die Schneidehärte gibt aber einen guten Durchschnitt aller Gemengteile. Wir haben z. B. zum Vergleich gleichgroße Flächen des unten beschriebenen kalkreichen Dts südlich St. Anton und eines massigen »Mahrenberger Kalkes« (Trias) unter möglichst gleichen Versuchsbedingungen geschnitten. Die Zeiten verhielten sich wie 12 5. Dies zeigt, daß Ds zwar sehr rasch die Ritzhärte, aber viel langsamer die Schleifhärte herabsetzt.

Wir bringen einige Beispiele:

Kalkreiche Diaphthorite südlich St. Anton.

In dem Graben, welcher den Kogel mit dem Kirchlein St. Anton von dem südlichen Hauptkamm trennt, tauchen (nördlich W H. Kälberhansl) unter dem Tertiär dt-Gesteine hervor. Sie sind in einigen Steinbrüchen (dem Grundbesitzer Brauchart gehörig) aufgeschlossen. Es sind massige graue Gesteine, meist ohne ausgeprägte Schieferung. Sie haben durchaus das Aussehen von Kalken, brausen auch lebhaft mit Salzsäure; dies hat Anlaß zu Brennversuchen gegeben, die mißlungen sind. Die Gesteine haben nämlich mit Kalken gar nichts zu tun. Der Kalkgehalt ist sehr unregelmäßig verteilt. Ein Handstück (*S* 94) besteht, wie angeschliffene und geätzte Flächen zeigen, zu mindestens 25% aus $CaCO_3$. Ein anderes (*S* 18) wurde quantitativ untersucht und lieferte nur 1·28% $CaCO_3$ (s = 2·710 *g*). Angeschliffene und polierte Flächen zeigen, daß das Gestein mit dicken schwarzen

[1] Wir benützten eine rotierende Blechscheibe, die in eine Aufschlämmung von Karborundum in Wasser eintaucht, zum Anfertigen von orientierten Schnitten usw.

Quarzitlagen durchsetzt ist. Andere Teile bilden ein dichtes Netz von Kalkspat und der eigentlichen Gesteinssubstanz.

Im Schliff ist fast gar nichts mehr zu sehen: Eine kalkarme Stelle (*S* 18) zeigt Reste von Plagioklas in einem feinen Grundgewebe von Quarz, Glimmer und Albit. Die Feldspate sind Albite mit einer leichten inversen Zonenstruktur, die Glimmer sind Biotit (grün), Muskowit, Chlorit. Akzessorisch Titanit, Apatit.

Eine kalkreiche Stelle (*S* 94) zeigt nur mehr ein Gebrösel winziger Körnchen, die kaum bestimmbar sind. Karbonat ist sowohl diffus verteilt als auch als Kluftfüllung und in Linsen in größeren Mengen. Erkannt wurden Quarz, Albit, Titanit, Leukoxen, Limonit, Chlorit, Serizit und opake Substanz (Erz oder Kohle?).

Die unregelmäßige Verteilung des Karbonats halten wir für ein Kennzeichen späterer Zufuhr.

Wären Kalksilikatfelse vorgelegen, so müßten wir wohl mehr Umwandlungsprodukte von »grünen« Mineralen, etwa mehr Chlorit erwarten, vielleicht auch kalkreichere Plagioklase. Wir vermuten also, daß diese Dte von ehemaligen Schiefergneisen herrühren und daß die Kalkmengen erst bei der Ds zugeführt wurden.

Kalkreicher Phyllonit, unterer Radlgraben, kurz vor Mahrenberg.

Dieses Gestein hat die größte Ähnlichkeit mit dem eben beschriebenen, stammt aber aus einer anderen Gegend. Es ist ein matt graues Gestein, mit stark gefältelten dünnen ($^1/_2$ *mm*) grauen und weißen Lagen. Die Armut an Serizit gibt dem Gestein ein rauhes, quarzitähnliches Aussehen. Kaum sind einzelne Glimmerschüppchen und Quarzkörner zu entdecken. Es braust stark mit Salzsäure. Im Schliff (*S* 44) sieht man erst, daß die Bänderung durch den Wechsel von reinen Quarzlagen mit solchen, die an Glimmer reich sind, hervorgebracht wird. Es sind lange Strähne von zerstoßenen Muskowiten, postkrystallin verbogen. Quarze stark undulös. Viel Titanit, Leukoxen. Karbonat diffus verteilt.

Eine quantitative Bestimmung ergab $16 \cdot 3\%$ CO_2 entsprechend $37 \cdot 1\%$ $CaCO_3$.

Phyllitähnlicher Diaphthorit, Graben bei Kosiak, Austritt des Feistritzbaches ins Drautal.

Graues, schieferiges, linsenförmig zerquetschtes Gestein mit chloritischen Scherflächen. Querbruch matt. Würde makroskopisch unbedenklich für einen echten Phyllit gehalten. Im Schliff (*S* 44) sieht man Strähne von Chlorit, die ein feines Gebrösel von Quarz und Albit umfassen. Der Chlorit enthält hie und da Reste eines bleichen, grünlichen Biotits (Pleochr. γ' schmutzig olivgrün, α' weingelb). Postkrystallin verbogene Muskowite. Akzessorisch Apatit, Titanit,

Leukoxen. Größere Lagen von Kalziumkarbonat halten wir für jüngere Infiltrationen.

Der Biotit und die zerstoßenen Glimmer sind für uns Argumente für die Dt-Natur des Gesteins.

Dasselbe Gestein konnten wir längs der großen Autostraße weiter gegen O verfolgen. Ein Handstück von der »alten Schrenke« (zwischen der Maut und Ober-Feising) zeigte etwas knotige Schichtflächen. Der Schliff (*S* 87) läßt erkennen, daß diese Knoten von Albit-Oligoklasen (14$^0/_0$ An) gebildet werden, die zwischen Strähnen von zerdrücktem Quarz, Glimmer und Feldspat liegen. Zu den vorhin angeführten Akzessorien gesellt sich noch Zoisit. Alles ist postkrystallin zerstoßen und zertrümmert.

Ein weiteres Gestein sei noch vom Südhang des Hühnerkogels, dem Gorizenberg angeführt (nördlich Tratinek). Auch hier wieder Quarz. Albit als Hauptmasse, Reste von lichtem Biotit (*S* 90).

Viele andere Gesteine müssen schlechthin als Mylonite bezeichnet werden. Weder Handstück noch Schliff verraten etwas über ihre Natur.

Pegmatit-Diaphthorite, Quarzite.

In den tieferen Teilen der Dt-Zone, wechsellagernd mit Granatglimmerschiefern und Amphibolit-Dten, treten gelblichweiße, dünnplattige Quarzite auf. Ihre Schichtflächen sind mit kleinen Muskowitschüppchen bedeckt. Es sind teils Abkömmlinge hochkrystalliner Glimmerquarzite, die ja im AK eine große Rolle spielen, teils sind sie wohl aus eingeschlichteten Pegmatitgneisen hervorgegangen.

Besonders zahlreich sind diese Quarzite in der Schuppenregion südlich St. Lorenzen, ferner im Granatglimmerschiefer des Hühnerkogels (bei der Roßhütte). Vielfach kommen auch Lagen von reinem Quarz (also ohne Glimmer) vor, und zwar besonders häufig an der Grenze von Granatglimmerschiefer und Amphibolit. Es ist nicht unmöglich, daß diese Quarzbildungen jene Kieselsäuremengen vorstellen, die bei der Ds mancher Gesteine frei wurden. Wir verweisen hier auf eine Arbeit Köhler's über Pfahlschiefer (60). Jedenfalls also bergen sich unter den Quarziten Gesteine recht heterogener Herkunft.

Im Schliff (*S* 24, 67) ist gemeinsam die Regelung der Quarzkörner nach Form und optischer Lage (Trener'sche Regel). Außerdem wird die Schieferung durch Lagen von Glimmerschüppchen betont. Akzessorisch Plagioklas, Chlorit, Titanit, Turmalin, Biotit, Epidot, Zirkon. In einem Schliffe (*S* 24) glaube ich noch deutliche Warvenschichtung, d. h. einen rhytmischen Übergang von gröberen Quarzkörnern zu feineren unter gleichzeitiger Zunahme des tonigen Materiales (Glimmer) zu erkennen. Dies würde die

Ableitung dieses Dts von Altkrystallin unwahrscheinlich machen, da sich ja kaum eine ehemalige Sedimentstruktur durch so weite Wege der Met erhalten haben wird.

Porphyroid von Pernitzen.

Auf dem Kamm, der sich von St. Urban in einem Bogen gegen S wendet und im Napečnigkogel ⌖ 969 endet, wurde beim Gehöft Raunigg (Gemeinde Pernitzen) als Einlage im Amphibolit-Dt ein Gestein gefunden, das wir für einen ehemaligen Porphyroid halten. Es ist ein mattes, porzellanweißes Gestein, das stark gefältelte dünne chloritische Lagen im Abstand von 1 bis 3 *mm* zeigt. $s = 2 \cdot 635\, g$. Der Schliff (*S* 91) zeigt einen Mylonit mit wenigen Resten größerer Bestandteile. Albit-Oligoklase (15 % An) zeigen Ähnlichkeit mit Schachbrettalbiten, doch lassen die einzelnen Felderchen und Spindeln keinen Unterschied in der Lichtbrechung erkennen. Größere Quarztrümmer sind vielleicht noch Reste porphyrischer Einsprenglinge. Chloritisches Netzwerk umfaßt das Gebrösel. Es enthält viel Titaneisen, auch spärliche Reste von Biotit. Auf der großen Verebnungsfläche nördlich Bauer Writschnigg (südlich St. Lorenzen) fand sich ein Serizitquarzit, den wir ebenfalls für einen Porphyroid halten. Auffallend die Ähnlichkeit mit den Serizitgesteinen des Sausals.

Sowohl diese Gesteine als auch das folgende halten wir für tektonische Fremdlinge, nicht für Dte des AK.

Mylonit eines Ergußgesteins (Dazits?) vom Writschniggkogel.

Steigt man vom Oberlauf des Radlgrabens auf den Sattel, der den Writschniggkogel vom Kegel des Hl. Drei Königberges trennt, so trifft man, südlich ⌖ 762, ein mattes grauweißes Gestein. Der splitterige Bruch verrät die völlige Zertrümmerung und erzeugt eine gewisse Ähnlichkeit mit Dolomit. Von der grauen dichten Grundmasse heben sich grellweiß bis 1 *cm* große Feldspate mit Resten von Spaltbarkeit ab. $s = 2 \cdot 381\, g$. Im Schliff (*S* 83) ist nur mehr sehr wenig zu erkennen. Alles ist in ein feinschuppiges Gewebe von serizitähnlichen Glimmern, Chlorit, Quarz. zersetzt. Titanit als »Insekteneier«. Die Feldspate sind nur mehr in Umrissen zu erkennen, aber es sind noch Schatten von Zonenstruktur sichtbar. Die Verglimmerung (und Kaolinisierung?) verhindert jede Bestimmung.

Soweit sich in diesem Zustand überhaupt noch etwas sagen läßt, hat das Gestein eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Daziten von Saldenhofen, die nur 3 *km* weiter im S liegen. Die Ergußgesteine im Drautal sind aber tadellos unversehrt. Die Altersstellung würde kein Hindernis bieten. Wir halten die (oder wenigstens die letzten großen) Schubbewegungen der Dt-Zone für vorgosauisch.

Für die Ergußgesteine des Westbachern usw. wird unter- oder mittelkretazisches Alter angenommen. Die Schwierigkeit liegt hier ebenso wie bei den Triasgesteinen nur in der verschieden starken tektonischen Beanspruchung.

II. Teil.

Die Drautalsynklinale.

Verbreitung und Übersicht.

Wir haben in einem Vorbericht (54) eine Gruppe von Phylliten usw., welche die Dt-Zone überlagern, als Mahrenberger Zone bezeichnet und erweitern hier diesen lokalen Begriff zur »Drautalsynklinale« (DTS). Ihre Gesteine sind folgende:

1. Die Hauptmasse besteht aus Phylliten. Sie sind Paläozoikum unbestimmten Alters, teilweise wohl Karbon.

2. Konkordant eingelagert Grünschiefer, teilweise wenigstens aus Diabasen hervorgegangen.

3. Relativ selten findet man eine grünviolette »Grauwacke«, ein leicht metamorphes Konglomerat (Verrukano).

4. Violette und grüne, gelegentlich auch schwarze, graphitische Schiefer als oberster Teil der Phyllite Nr. 1. Es sind wohl Werfener Schiefer; allerdings abweichend von der sicheren Untertrias einiger Nachbargebiete.

5. Sichere Trias. Kalke, Dolomite usw. in einzelnen kleinen Erosionsresten. Das eine oder andere Kalkvorkommen mag wohl auch paläozoisch sein. Ohne Fossilien läßt sich nichts beweisen.

6. Fossilführende Gosaukalke und Konglomerate, z. B. am Rabenstein (Drautal zwischen Lavamünd und Unterdrauburg).

7 Diskordante Eruptiva. Dazit von Saldenhofen, Quarzdioritporphyrit vom Burgstallkogel als nördlichste Ausläufer der Erguß- und Ganggesteine des westlichen Bacher und der östlichen Karawanken.

Wie schon im vorigen Kapitel erwähnt, stecken viele Gesteine der DTS tektonisch in der Dt-Zone. Als solche Fremdlinge betrachten wir die Uralitschiefer, die sandigen, geröllführenden Kalke, die Mylonite von Porphyroid und Dazit, endlich viele phyllitische Gesteine. Selbstverständlich ist die Entscheidung und Abgrenzung im Einzelfall oft sehr unsicher. Im großen und ganzen liegt die Sache so, daß viele Schiefer im Schliff als Dte erkannt werden, die man makroskopisch unbedenklich als echte Phyllite angesprochen

hätte. Tektonisch ist wenig zu sagen. Alle Gesteine bilden Abquetschungslinsen. Die »Weichheit« der Gesteine hat keine deutlichen Spuren größerer Ereignisse, z. B. Überschiebungen erhalten. Trotzdem ergibt sich aus dem Kartenbild, daß die Schichtfolge der DTS nicht ungestört geblieben ist. Die oberen Teile, besonders die Klötze Trias-Gosau, sind nach N vorgeglitten. Der Burgstallkogel, ein Klotz von Triasdolomit, liegt mit spärlichen Resten Werfener Schiefer unmittelbar auf Krystallin. Der Gosaufels des Rabensteins hat ebenfalls seine Unterlage verloren. Die DTS hat mindestens zwei größere tektonische Phasen erlebt: Die vorgosauische Met und Verquickung mit dem AK, das gleichzeitig diaphthoritisiert wurde, und tertiäre Horizontalverfrachtungen (Schub der St. Pauler Masse an ihre heutige Stelle), gleichzeitig nicht unbeträchtliche vertikale Bewegungen, die z. B. aus einem Vergleich der Höhenlage der Gosau an verschiedenen Stellen erkannt werden. Alle diese Dinge lassen sich aber nur auf regionalem Wege lösen und so müssen wir gerade die interessantesten Fragen dieser südlichen Grauwackenzone auf später verschieben.

Trotzdem sei schon jetzt auf die große Ähnlichkeit dieser Phyllitserie mit benachbarten, z. B. den Sausalschiefern, hingewiesen.

1. Phyllite und Tonschiefer.

Lipold hatte (Lit. 64) bei der Kartenaufnahme untere »Übergangsschiefer, Tonglimmerschiefer« von oberen »Grauwackenschiefern« getrennt. Die unteren Schiefer entsprechen teilweise unseren Dten, die oberen jener Phyllitgruppe unsicheren Alters, die wir jetzt besprechen wollen. Diese Gesteine haben alle erdenklichen Farben: Schwarz, Grün, Braun, Grau, Rot bilden alle Übergänge. Der Wechsel der Farbe ist so rasch und unregelmäßig, daß keine genauere Einteilung gemacht werden kann. Die schwarze Farbe stammt wohl von Graphit, die rote und grüne von Eisen in verschiedenen Oxydationsstufen, die zweite teilweise auch von Chlorit. Der Serizitgehalt ist sehr verschieden; er beeinflußt am meisten den äußeren Habitus des Gesteins. Wo er gering ist, entstehen harte rauhe Tonschiefer, wo er reichlich ist, milde, viel gefältelte Phyllite. Besonders diese haben die größte Ähnlichkeit mit den Sausalschiefern. Manche Tonschiefer werden wieder so klingend hart, daß man beinahe von Dachschiefern sprechen möchte, z. B. am Schießkogel nördlich Mahrenberg. Gelegentlich erzeugt besonders hoher Eisengehalt eine Art Toneisenstein, z. B. Perkolitzen.

Wir werden im vierten Abschnitt dieses Kapitels näher ausführen, daß der oberste Teil dieser Phyllite, schwarzviolette und grüne Gesteine, mit einiger Berechtigung als Werfener Schiefer angesprochen werden können. Leider fehlen Fossilfunde und auch die rein petrographische Abgrenzung von den älteren Phylliten ist

oft nicht möglich. Für diese fehlt jedes direkte Altersmerkmal. Sie wurden von den älteren Autoren mit den karbonen Gailtaler Schiefern verglichen. Wir wollen diese Frage noch offen lassen.

2. Diabase und Grünschiefer.

Die Phyllitzone enthält viele Lagen von Grünschiefern, für die teilweise eine Herkunft von Diabasen wahrscheinlich gemacht werden konnte. Schon Lipold hatte sie als Diorite usw. beschrieben. Diese Gesteine bilden große, soweit wir bisher sahen, konkordante Einlagerungen im Phyllit. Ihre größere Widerstandsfähigkeit gegen Abtragung führt zu markanten Bergformen (zum Beispiel Illmitzen ⌖ 817 südwestlich von Lavamünd). Auch hier sei wieder auf die große Ähnlichkeit mit Diabasschiefern des Sausals hingewiesen. Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen führen wir einige Beispiele an:

Mandelstein von Rachur, St. Pauler Berge Südost.

Als Einlage im Phyllit findet sich ein grünes, mattes schweres ($s = 2 \cdot 890\, g$) Gestein mit vereinzelten, bis 3 *mm* großen Kalkspatkörnchen. Diese sind offenbar Ausfüllungen von Mandeln. Im Schliff (*S* 82) heben sich die großen Kalkspatgruppen von einem feinkörnigen Grundgewebe aus Epidot, Hornblende, Chlorit, Albit ab.

Grünschiefer (Porphyroid?) aus dem Draubett, bei der Überfuhr Wunderstetten.

Ein schieferiges, dunkelgrünes Gestein, mit einer älteren Feinschieferung und einer jüngeren Schar von Scherflächen, die senkrecht darauf stehen (!). $s = 2 \cdot 710\, g$. Im Schliff (*S* 81) heben sich größere Einsprenglinge von Quarz und Albit von einem feinen Grundgewebe (Quarz, Chlorit, Muskowit, Epidot, Titanit, Apatit) ab. Die Quarze sind ungemein stark undulös. Bei einer Breite des Korns von 170 μ verdreht sich die Richtung γ' um 20°

Grünschiefer (Diabas?) Illmitzen.

Graugrünes fein gefälteltes Gestein, mit mitgefalteten Quarzlagen. Die chloritischen s-Flächen dunkelgrün seidig glänzend. $s = 2 \cdot 716\, g$. Im Schliff (*S* 63) sieht man eine Feinschichtung von Quarz- und Albitkörnern und Chloritlagen. Titanit als Insekteneier, Leukoxen. Die Quarze sind größtenteils nach Trener geregelt, die Chlorite schmiegen sich den Falten in Polygonalbögen an.

Die Grünschiefer der DTS haben wahrscheinlich keinen einheitlichen Ursprung. Wir verzichten auf eine Anführung weiterer Fundorte und verweisen auf die in Arbeit begriffene Karte. Ähnliche Gesteine hat Dreger aus dem Raume von Reifnig, den wir aus eigener Anschauung noch nicht kennen, angeführt (Verh. Geol. R. A. 1905, p. 68; 1910, p. 122).

3. Verrukano.

An zwei Stellen fanden sich Konglomerate im Zustande phyllitischer Met, die wahrscheinlich permischen Alters sind. Die eine ist nördlich von Mahrenberg, in dem Graben östlich vom Schießkogel unter den Werfener Schiefern, die andere gegenüber von Hohenmauthen, neben dem Dazit von Maria am Stein.

Weitere Konglomerate fanden wir im Radlgraben, die aber möglicherweise Beziehungen zum Radlkonglomerat haben. Wir wollen sie daher vorläufig außer acht lassen.

Das Gestein vom Schießkogel ist eine schwer zu definierende Grauwacke. Verschiedene Knollen, bis zu Kopfgröße, sind von glänzenden serizitischen Häuten überzogen. Die Farbe spielt zwischen Grün und Rotviolett. Die einzelnen Knollen bestehen aus verschiedenem Material, das allerdings kaum zu beschreiben ist. Benesch beschrieb ähnliche metamorphe Permgesteine aus dem Posruck (Lit. 15).

4. Werfener Schiefer.

Die Berge nördlich Mahrenberg bestehen aus schwarzvioletten und grünen Tonschiefern, die Klötze von Triaskalk tragen. Die violetten Tonschiefer liegen oben und gehen unter Wechsellagerung in die grünen Phyllite an der Basis über. Gleichzeitig steigert sich die Serizitführung. Die grünen Schiefer sind ungemein reich an Kalk, er bildet ganze Kalzitlagen, größere Butzen, selbstverständlich auch Kluftausfüllungen. Darunter folgen dann die oben angeführten Konglomerat-Phyllite. Die kalkreichen grünen Phyllite leiten eigentlich vollkommen in jene Kalzitchloritschiefer über, die wir in der Dt-Zone beschrieben haben. Ob wirklicher Zusammenhang oder nur metamorphe Angleichung vorliegt, wagen wir nicht zu entscheiden.

Große Verbreitung hat die Permotrias außerhalb unseres bisherigen Arbeitsgebietes südlich der Drau. Sie reicht von Unterdrauburg weit nach O und stellt die Verbindung mit den mesozoischen Inseln am Posruck her.

5. Mittlere und obere Trias.

Wohlgegliederte und durch Fossilfunde bestätigte Trias findet sich im W in den St. Pauler Bergen (48) und im O in kleinen Erosionsresten am Posruck (15).

Das Drautal südlich der Koralpe enthält an mehreren Stellen größere Kalkklötze, die auf Grund von Analogieschlüssen zur Trias gestellt werden. Fossilfunde liegen keine vor. Dreger hat diese Kalke als Devon bezeichnet.

Fast allen gemeinsam ist, daß sie als einzelne isolierte Blöcke in Phylliten, beziehungsweise Dten stecken und ihre heutige Lage sicher erst tektonisch gefunden haben. Was uns besonders auffällt,

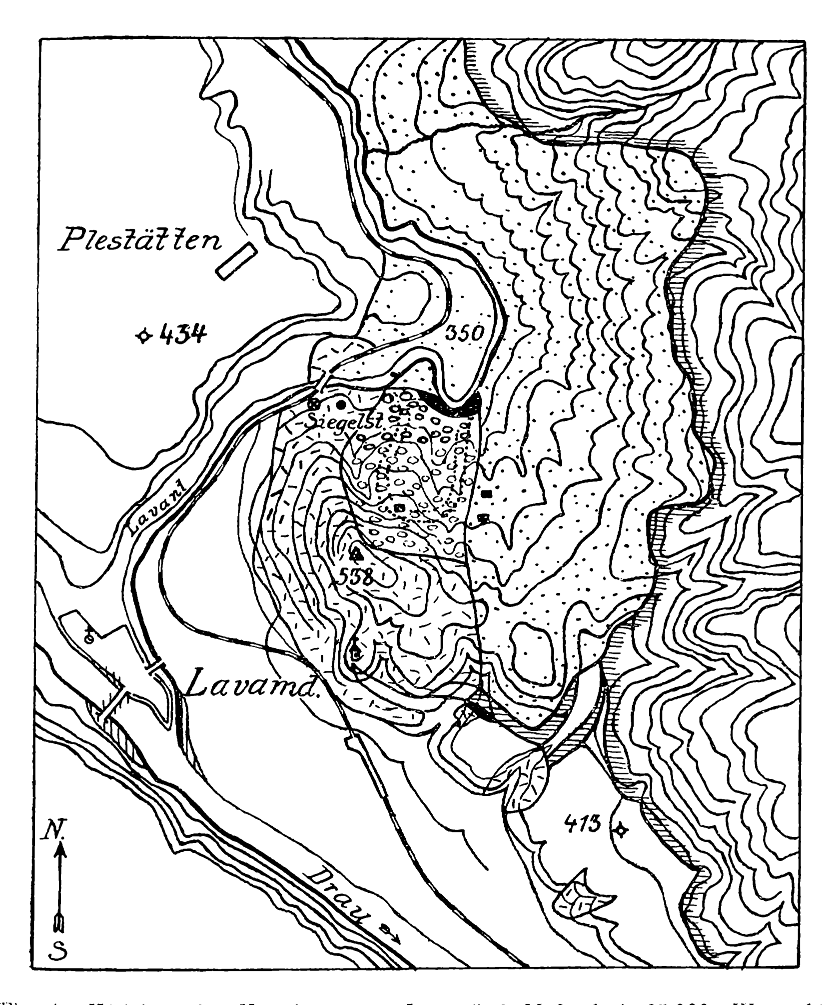


Fig. 4. Kärtchen der Umgebung von Lavamünd. Maßstab 1 25.000. Wagrechte Schraffen: Krystallin. Senkrechte Schraffen: Phyllit. Vollschwarz: Perm-Werfener. Schräge Schraffen: Dolomit (Untertrias). Ringeln: Bergsturztrümmer (Dolomit). Punktiert: Tertiär. Das radförmige Zeichen westlich vom Siegelstein: Aufschluß des Quarzdioritporphyrits. Für die unzulänglichen Höhenlinien ist die unleserliche Kartengrundlage (Sektionskopie) verantwortlich zu machen. (Mit freundlicher Erlaubnis der Schriftleitung aus Mitteilung der Geographischen Gesellschaft Wien, Bd. 68, p. 161.)

ist die petrographische Unversehrtheit. Wohl sind sie alle zerdrückt und mit Spatadern verheilt, aber von einer Umkrystallisation zu Marmor, die wir erwarten würden, ist nichts zu sehen. Sie scheinen

bei den verschiedenen Ortsveränderungen, die sie mitgemacht haben, ziemlich obenauf gelegen zu sein. Die weichen Phyllite (zum Teil Werfener?) haben die zerstörenden Scherkräfte in sich aufgenommen und so die darüberliegenden Kalke geschützt.

Solche kleinere Triasvorkommen sind:

a) Der Burgstallkogel bei Lavamünd.

Eine mächtige Dolomitmasse, die an zwei Stellen eine Unterlage von Permotrias (rotem Sandstein) erkennen läßt, siehe Fig. 4. Der ganze Block zeigt leichtes Südfallen. Wie das Kärtchen zeigt, setzt sich der Dolomit in der großen Würmterasse noch weiter gegen S fort. Gegenüber dem Bahnhof Lavamünd wird er in einem großen Steinbruch als Schotter abgebaut. An seiner Westseite, nahe der Eisenbahnbrücke über die Lavant, fand sich ein Ganggestein (siehe p. 35). Den großen Bergsturz an der Nordseite haben wir an anderer Stelle (55) beschrieben. Dieser Arbeit ist auch das Kärtchen entnommen.

Diese Triasmasse liegt auf den diaphthoritischen Lavamünder Glimmerschiefern. Es fehlt hier also fast die ganze Dt-Zone.

Weiter die Drau abwärts, noch immer in derselben Würmterrasse, ist am Ausgang des Multerer Grabens ein kleines Vorkommen von Permotrias aufgeschlossen.

b) Auf der Maut (Hohenmauten der Karte).

Am Ostende der Ortschaft Auf der Maut finden sich im Draubett (bei W. H. Lukas der Karte) graue Kalke mit schwarzen Hornsteinen. Das Vorkommen reicht bis ans Südufer der Drau, wo es im Wasserspiegel, am Fuße des Dazitberges Maria am Stein noch einmal auftaucht.

c) Mahrenberg.

Nördlich der Ortschaft Mahrenberg beeinflussen eine Zahl auffälliger Kalkklötze das Landschaftsbild. Die größten sind der Schloßberg und die Perkolitzen; dazu kommen eine Unzahl kleinerer, die bis auf Metergröße herabgehen und sich der Kartierung entziehen. Es ist ein grauer, weißspätiger Kalk, der rot verwittert. Die Kalke stecken in einem schwarzvioletten Tonschiefer, der in seinen unteren Teilen mit grünen Schiefern wechsellagert. Wir haben ihn oben (mit Vorbehalt) den Werfener Schichten gleichgestellt. An der Basis der Kalke finden sich auch gelbe Dolomite, überhaupt ist wohl sicher hier die Tektonik viel komplizierter als eine kurze Übersicht lehrt. Eine genaue Kartierung konnte wegen Grenzschwierigkeiten bisher nicht unternommen werden. Weitere ähnliche

Vorkommen folgen gegen O bei Unter-Feising usw. Wir konnten sie noch nicht besichtigen.

Jurabildungen fehlen nördlich der Drau vollkommen.

6. Gosaukreide.

Die Gosaubildungen liegen, wie man in den St. Pauler Bergen sehen kann, diskordant über der Trias, ein Beweis für vorgosauische Bewegungen. In unser engeres Arbeitsgebiet fällt nur die kleine Kalkmasse des Rabensteins, im Drautal auf halbem Wege zwischen Lavamünd und Unterdrauburg. Es sind dickbankige graue Kalke mit zahlreichen Schalentrümmern von Rudisten. Schon Höfer legt dar (48), daß es sich gleich dem Burgstallkogel um einen seitlich abgesplitterten Rest der St. Pauler Schubmasse handelt.

Das nächst südliche Vorkommen dagegen, die von Heritsch beschriebene (39) Gosau am Jesenkoberg, scheint noch die ungestörte transgressive Lagerung zu haben. Sehr interessant ist ein Vergleich der Höhenlagen: Das autochthone Vorkommen am Jesenkoberg, östlich der großen Lavanttaler Blattverschiebung, liegt in 930 *m* Höhe; alle Vorkommen westlich dieser Störungslinie dagegen um 400 bis 500 *m* tiefer (Pichlingkogel, Herzogberg, Rainkogel, Rabenstein, Windischgraz). Dies ist wohl ein überzeugender Beweis für die Senkung des westlichen Teiles.

Die Gosauschichten sind, wie so oft in den Alpen, ein wichtiges Alterskennzeichen. Wir erkennen an ihnen in unserem Gebiete vor- und nachgosauische Bewegungen. Zwischen die ersten und die Transgression fällt die Eruption der Dazite und ihres Ganggefolges.

7. Gang- und Ergußgesteine.

In dem Triasdolomit des Burgstallkogels fand sich ein Ganggestein, das als Quarzdioritporphyrit bestimmt wurde. (Genauer Fundort: an dem Fahrwege, der parallel der Bahn am linken Lavantufer führt, kurz vor [westlich] der Eisenbahnbrücke, oberhalb der großen Futtermauer des Eisenbahneinschnittes).

In der grauen Grundmasse des schon verwitterten Gesteins spiegeln Feldspate ein, es finden sich glänzend schwarze Biotitsäulchen und farblose runde Quarzkörner, vollkommen durchsichtig. Das ganze Gestein hat ein rauhes, trachytähnliches Aussehen. Im Schliff (*S* 61) erkennt man die Feldspate als Andesine. Ihr Zonenbau schwankt von 46% An im Kern bis 35% An in der Hülle. Die starke Dispersion der Auslöschungsschiefe erschwert die Bestimmung außerordentlich. Viele von den Feldspaten gehen im nicht monochromatischen Licht überhaupt nicht auf Dunkelstellung. Es zeigen sich nicht nur basische Rekurrenzen im Schalenbau, sondern auch Anzeichen wiederholter randlicher Aufschmelzung

und neuerlichen Wachstums (Fig. 5). Quarz in typischen resorbierten Resten. Biotit stark pleochroitisch, mit viel Erz, einachsig. Apatit und Titanmagnetit (Verwachsung von Ilmenit und Magnetit) als Übergemengteile. In der feinkrystallinen Grundmasse erkennt man nur winzige Feldspatleisten.

Dieses Ganggestein ist der nördlichste Fundpunkt einer großen Schar ähnlicher Gang- und Ergußgesteine, die das Grenzgebiet von Bacher und Karawanken durchschwärmen, im Bacher selbst auch größere Massive bilden. Sie haben in der Literatur sehr häufige Beachtung gefunden. Ich erwähne Anker (9), Canaval (18, 19),

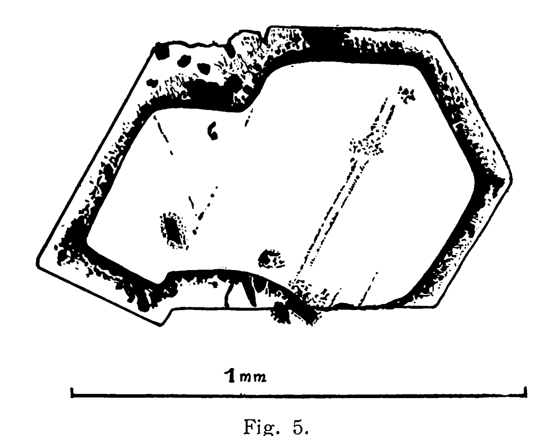


Fig. 5.
Andesin aus dem Ganggestein des Burgstallkogels. Man sieht eine Linie magmatischer Resorption (mit Erzanhäufung) und weitere Zuwachshüllen.

Doelter (22 bis 24), Eigel (35), Foullon (36), Heritsch (39), Pontoni (76), Teller (84, 85), Trobei (87), Tschermak (89). Besonders wurde immer wieder auf die Ähnlichkeit mit den Porphyriten des Pustertales hingewiesen, auf ihr jugendliches Alter und auf die Beziehungen zur periadriatischen Eruptivzone. Die bisherigen Funde stellen die Eruption dieser Gesteine in Unter- bis Mittelkreide.

Zum Vergleich wurde der Dazitstock von Saldenhofen neuerlich genau untersucht. Diese Eruptivmasse bildet auf der Karte ein gleichseitiges Dreieck von einem Kilometer Seitenlänge. Das Tertiär, das sie von allen Seiten umhüllt und ihr in kleinen Erosionsresten aufliegt, ist jünger; es führt schon Gerölle von Dazit. In jenem Graben, der östlich von Maria am Stein vom Marhof zur Drau herabführt und den Eruptivstock von der großen Würmterrasse trennt, ist ein halb krystallinisches Konglomerat aufgeschlossen, das wir für leicht metamorphen Verrukano halten. Vgl. p. 32. Daneben, schon am eigentlichen Drauufer, liegen graue Kalke, wohl Trias. Die Kalkfelsen reichen bis ans gegenüberliegende Ufer der Drau (W. H. Lukas der Karte).

Das ganze Massiv hat eine einheitliche porphyrische Struktur. Differentiationsprodukte wurden nicht beobachtet. (Einzelne dunklere Streifen scheinen auf Erzinfiltrationen zu beruhen. Im Schliff heben sie sich nicht vom übrigen Gestein ab). Die Schliffe (*S* 78, 79, 80) zeigen die größte Ähnlichkeit mit dem Ganggestein vom Burgstallkogel. Quarze als Doppelpyramiden mit Resorptionstaschen, Andesine, zonar von 46% An im Kern bis auf 40% herab in der Hülle, mit prachtvollen Zonen, Rekurrenzen usw. Außerordentlich starke Dispersion der Auslöschung, alles genau wie im Ganggestein. Neben der regelmäßigen Zonenstruktur auch eine fleckige flächenhafte Umwandlung, mit einer unregelmäßigen Kernsubstanz als Rest. Genau dieselben Bilder, wie sie Becke aus dem Rieser Ferner gegeben hat (Lit. 12). Hornblende, ziemlich selten, meist gerundete Körner, mit Zonenstruktur und Zwillingen, ein farbloser diopsidischer Pyroxen mit Resten von Sanduhrstruktur. Auch der Biotit hat eine Zonenstruktur: Kern mehr licht und grün, Hülle mehr dunkel und braun. Parallele Verwachsung mit Hornblende. Apatit, Erz Leukoxen usw.

Der Mineralbestand verteilt sich etwa:

Andesin	18·6%
Quarz.	5·5
Biotit	3·4 »
Grundmasse	71·3 »

Der kleine Rest entfällt auf Hornblende, Pyroxen, Erz. Chemische Analysen des gleichen Gesteins (von anderen Fundorten) siehe bei Trobei (87).

Der Hornblendebiotit-Dazit von Saldenhofen unterscheidet sich vom Ganggestein des Burgstallkogels nur dadurch, daß er noch Hornblende und Pyroxen in kleinen Resten führt, während diese Minerale im Ganggestein vollständig verschwunden sind und nur mehr der große Erzreichtum die ehemalige Anwesenheit von femischen Gemengteilen andeutet. Das Ganggestein hat eine etwas gröber krystalline Grundmasse.

Sehr wichtig wäre die Entscheidung, ob jener Mylonit vom Writschniggkogel, den wir auf p. 28 als Dt eines Ergußgesteines beschrieben haben, der gleichen Gesteinsgruppe angehört. Es ergibt sich ebenso wie mit Teilen der Trias die Schwierigkeit, daß wir auf kurze Entfernungen ziemlich stark metamorphe, beziehungsweise diaphthoritische Zustände eines Gesteins neben völliger Frische desselben sehen. Die Tektonik des Drautales kann nur auf regionalem Wege gelöst werden und wir müssen daher die Entscheidung späteren Studien vorbehalten.

Literaturverzeichnis.

Wir versuchen, hier die einschlägigen Veröffentlichungen über unser Gebiet und über Nachbargebiete, die zum Vergleich herangezogen werden, zusammenzustellen. Dabei ist auch schon die Literatur für das Altkrystallin, das wir in einer Fortsetzung dieser Arbeit behandeln wollen, eingeschlossen, dagegen nicht die zahlreichen Schriften über Jungtertiär und Morphologie. Wir haben folgende Abkürzungen verwendet:

Jb. Ver. Jahrbuch und Verhandlungen der Geologischen Reichs-, beziehungsweise Bundesanstalt in Wien.

Mn V. Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark.

TMPM Tschermacks Mineralogische und petrographische Mitteilungen. Die ältesten Bände als »Mineralog. Mitteil.« als Beilage im Jahrbuch der Geol. R. A.

N. Jb. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. B. B. = Beilageband.

Zentralbl. Zentralblatt für Min. usw. desselben Verlages.

1. 1921. Angel Fr. Mineral-morphologische Bemerkungen zum mittelsteirischen Krystallin. TMPM **35**, p. 111.
2. 1923. — Geologisch-petrographische Studien Gebiete der Gleinalpe. Jb. **73**, p. 63.
3. 1924. — Das Gleinalmgebiet als metamorphe Einheit. N. Jb. Beil. Bd. **51**, p. 213.
4. 1925. — Die Gesteine der Steiermark. MnV. **60**.

1922. — Birnbaum, Zur Kenntnis der Gleinalmparaschiefer. TMPM **36**. p. 113.

6. 1919. — -Heritsch, Ein Beitrag zur Petrographie und Geologie des mittelsteirischen krystallinen Gebirges der Stubalpe. Jb. **69**, p. 43.

1921. — — Ergebnisse von geologischen und petrographischen Studien im mittelsteirischen Krystallin. Ver. p. 49.

8. 1922. — -Schneider, Die Amphibolite des Gleinalmgebietes. TMPM **36**, p. 1.
9. 1835. Anker, Kurze Darstellung der mineralogisch-geognostischen Gebirgsverhältnisse der Steiermark. Grätz.
10. 1896. Bauer K., Glimmerschiefer und Pegmatite der Koralpe. MnV.
11. 1920—24. Beck H., Aufnahmsberichte im Jahresbericht des Direktors der Geol. B. A. Ver.
12. 1892. Becke F., Petrographische Studien am Tonalit der Rieser Ferner. TMPM **13**, p. **379** und 433.
13. 1909. — Über Diaphthorite. Mitteil. Wiener Mineral. Ges. Nr. 45 (in TMPM **28** p. 17.
14. 1921. — Bemerkungen zum steirischen Krystallin. TMPM **35**, p. 117.
15. 1914. Benesch F. v., Die mesozoischen Inseln am Posruck. Mitt. Geol. Ges. Wien **7**, p. 173.

16. 1917. Benesch F. v., Beiträge zur Gesteinskunde des östlichen Bachergebirges. Ibidem **10**, p. 161.

17. 1910. Blaschke F., Geologische Beobachtungen aus der Umgebung von Leutschach bei Marburg. Ver. p. 51.

18. 1895. Canaval R. v., Die Erzvorkommen im Plattach und auf der Assamalpe bei Greifenburg in Kärnten und die sie begleitenden Porphyrgesteine. Jb. **45**, p. 103.

19. 1898. — Zur Kenntnis der dioritischen Gesteine der Umgebung von Prävali in Kärnten. Carinthia II.

20. 1898. Cathrein A., Dioritische Gang- und Stockgesteine aus dem Pustertal. Z. Deutsche Geol. Ges. Abhandl. **50**, p. 257.

21. 1912. Cornelius H. P., Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer- und Julierpaß. N. Jb. Beil. Bd. **35**.

1892. Doelter C., Bericht über die geologische Durchforschung des Bachergebirges. MnV. **29**.

23. 1893. — Zur Geologie des Bachergebirges. MnV. **30**.

24. 1894. — Über den Granit des Bachergebirges. MnV. **31**.

25. 1895. — Das krystalline Schiefergebirge zwischen Drau- und Kainachtal. MnV. **32**.

26. 1898. Dörler A. F.. Eklogite und Amphibolite der Koralpe. MnV. **35**.

27. 1894. Dreger J., Über die Gesteine, welche den Südrand des östlichen Teiles des Bachergebirges bilden. Ver. p. 247.

28. 1896. — Geologische Mitteilungen aus dem Bachergebirge. Ver. p. 84.

29. 1901. — Vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung des Posrucks und der nördlichen Teile des Bachergebirges in Südsteiermark. Ver. p. 98.

30. 1905. — Geologische Mitteilungen dem westlichen Teile des Bachergebirges. Ver. p. 65.

31. 1906. Geologische Aufnahmen im Blatte Unterdrauburg. Ver. p. 91.

32. 1907. — Geologischer Bau und Umgebung von Griffen und St. Paul. Ver. p. 87.

33. 1910. — Geologische Beobachtungen den Randgebirgen des Drautales. Ver. p. 119.

34. 1893. Eigel F., Über Granulite, Glimmerschiefer und Phyllite des Bachergebirges. MnV. **30**.

35. 1894. — Über den Porphyrit des Bachergebirges. MnV. **31**.

36. 1889. Foullon H. v., Über Quarzglimmerdioritporphyrite aus dem östlichen Kärnten. Ver. p. 90.

37 1899. Frech F., Über die Gebirgsbildung im paläozoischen Zeitalter. Geographische Zeitschrift (Leipzig) **5**.

38. 1899. Hammer W., Olivinfelse aus dem Nonsberg, Sulzberg und Ultental. Z. f. Naturwissenschaft (Stuttgart). **72**.

39. 1913. Heritsch F., Studien im Gebiete des westlichen Bachers. MnV. **50**, p. 52.

40. 1913. — Zur Geologie des Jesenkoberges (westlicher Bacher). Zentralblatt Nr. 19, p. 610.

41. 1921. — Geologie der Steiermark MnV. **57**.

42. 1922. — Amphibolgesteine von Stubalpe, Koralpe und den Seetaler Alpen. Zentralbl. Nr. 22, p. 696.

43. 1922. Eklogitamphibolite und zugehörige Knetgesteine aus dem steirischen Krystallin. Zentralbl. Nr. 16, p. 483.

44. 1923. — -Czermack, Geologie des Stubalpengebierges. Graz, bei Ulrich Moser.

45. 1923 Heritsch, Die Grundlagen der alpinen Tektonik. Berlin Bornträger.

46. 1924. — Die Gliederung des Altkrystallins der Stubalpe in Steiermark. N. Jb. Beil. Bd. **51**. Heft 1.

47. 1879. Hilber V., Die Wanderblöcke der alten Koralpengletscher Jb. **29**, p. 537.

48. 1894. Höfer H., Die geologischen Verhältnisse der St. Pauler Berge in Kärnten. Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissensch., mathem.-naturw. Klasse **103**, p. 467.

49. 1884. Hussack E., Mineralogische und petrographische Notizen aus Steiermark. Ver. p. 244.

50. 1895. — Über den feldspatführenden Kalk von Stainz. MnV (auch in Ver. 1884, p. 224).

51. 1892. Ippen J. A., Zur Kenntnis der Eklogite und Amphibolgesteine des Bachergebirges. MnV. **29**.

52. 1893. — Zur Kenntnis einiger ärchäischer Gesteine des Bachergebirges MnV. **30**.

53. 1895. — Petrographische Untersuchungen an krystallinen Schiefern der Mittelsteiermark. MnV.

54. 1924. Kieslinger A., Vorläufiger Bericht über geologisch-petrographische Untersuchungen in der südlichen Koralpe. Akadem. Anzeiger Nr. 23.

55. 1925. — Der Bergsturz am Burgstallkogel bei Lavamünd. Mitteil. Geograph. Ges. Wien. **68**, p. 161.

56. 1926. — Aufnahmsbericht im Jahresbericht des Direktors. Ver. Nr. 1, p. 13.

57. 1926. — Salit in krystallinen Marmoren der Koralpe. TMPM **37**, Heft 3 4.

58. 1926. — Über tektonische Höhlen. Die Frauenluken in Soboth. Speläologisches Jahrbuch **7**, Wien 1926.

59. 1917. Köchlin R. (und Becke), Über den Staurolith. Mitt. Wiener Mineralog. Ges. Nr. 80. (In TMPM **36**).

60. 1924. Köhler A., Eine Bemerkung über »Pfahlschiefer« aus dem niederösterreichischen Waldviertel. Ver. p. 118.

61. 1922. Kölbl L., Zur Deutung der moldanubischen Glimmerschieferzone im Waldviertel. Jb. **72**, p. 81.

62. 1874. Lasaulx A. v., Über sogenannte Hemithrène und einige andere Gesteine aus dem Gneis-Granitplateau des Department Puy de Dôme. N. Jb. p. 230.

63. 1855. Lipold M. V., Bericht über das Auftreten der krystallinischen Schiefergesteine im nordöstlichen Kärnten. Jb. **6**, p. 414.

64. 1855. — Übergangs- und Grauwackenschiefer im nordöstlichen Teile Kärntens. Ibidem p. 194.

65. 1855. — Krystallinische Kalke und Eisensteine nordöstlichen Kärnten. Ibidem p. 198.

66. 1856. — Erläuterungen geologischer Durchschnitte dem östlichen Kärnten. Ibidem **7**, p. 332.

67. 1856. — Auftreten der Gailtaler Schichten und der alpinen Triasformatio im südlichen Teile Kärntens. Ibidem p. 374.

68. 1877. Löbisch, Muskowit von Soboth. Min. Mitt. p. 271.

69. 1892. Lovrekovic S., Über die Amphibolite bei Deutschlandsberg. MnV **29**; p. 296.

70. 1872. Mautner, Eklogit von Eibiswald. Mineral. Mitt. p. 261.

71. 1923. Mohr H., Über einige Beziehungen zwischen Bau und Metamorphose in den Ostalpen. Z. Deutsche Geol. Ges. **75**, Monatsber. p. 113.

72. 1924. — Über einen Fuchsit von Voitsberg in der Weststeiermark. Ver. p. 102.

73. 1925. — Ein geologisches Profil durch den Kolm bei Dellach im Oberdrautal nebst einigen Erwägungen über die Wurzelnatur des Krystallins nördlich des Drauflusses. Ver. p. 96.

74. 1922. Parker R. L., Serpentin und Talk von Disentis-Surrhein. Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen. **1**, Heft 1/2.

75. 1916. Pehr F., Die Flora der krystallinischen Kalke im Gebiet der Kor- und Saualpe. MnV.

76. 1894. Pontoni A., Über die mineralogische und chemische Zusammensetzung einiger Granite und Porphyrite des Bachergebirges. TMPM **14**, p. 360.

77. 1856. Rolle F., Geologische Untersuchungen in dem Teile Steiermarks zwischen Graz, Obdach Hohenmauthen und Mahrenberg. Jb. **7**, p. 219.

78. 1857. — Geologische Untersuchungen in der Gegend zwischen Ehrenhausen, Schwanberg, Windisch-Feistritz und Windisch-Graz, Jb. **8**. p. 266.

79. 1881. Schuster M., Oligoklasalbit von Soboth. TMPM **3**, p. 159.

80. 1877. Smita A., Plagioklas von Soboth in Steiermark. Min. Mitt. p. 265.

81. 1919. Spitz A., Nachgosauische Störungen am Ostende der Nordkarawanken. Ver. p. 280.

82. 1915. Staub R., Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebiet. Vierteljahrsschrift naturf. Ges. Zürich.

83. 1871. Stur D., Geologie der Steiermark. Graz.

84. 1893. Teller F., Über den sogenannten Granit des Bachergebirges in Südsteiermark. Ver. p. 169.

85. 1894. — Gangförmige Apophysen der granitischen Gesteine des Bacher in den Marmorbrüchen bei Windisch-Feistritz in Südsteiermark. Ver. p. 241.

86. 1870. Tietze E., Die Tonschiefer nördlich von Klagenfurt. Ver. p. 174.

87. 1907. Trobei Br., Über porphyrische und porphyritische Gesteine des Bachergebirges in Südsteiermark. MnV. **44**, p. 167.

88. 1876. Tschermak G., Verwandlung von Grammatit Talk bei Gegenwart von Olivin. Min. Mitt. p. 65.

89. 1869. — Die Porphyrgesteine Österreichs. Wien 1869.

90. 1877. Muskowit von Soboth, Steiermark. Sitzungsber. d. Wiener Akademie d. Wissensch., mathem.-naturw. Klasse. Juli.

91. 1881. — Eklogit von der Saualpe. TMPM p. 284.

92. 1923. Sueß F. E., Zum Vergleich von variszischem und alpinem Bau. Geol. Rundschau **14**.

93. 1916. Tornquist A., Die Deckentektonik der Murauer und der Metnitzer Alpen. N. Jb. B. B. **4**, p. 93.

94. 1890. Vacek M., Über die krystallinische Umrandung des Grazer Beckens. Ver. p. 9.

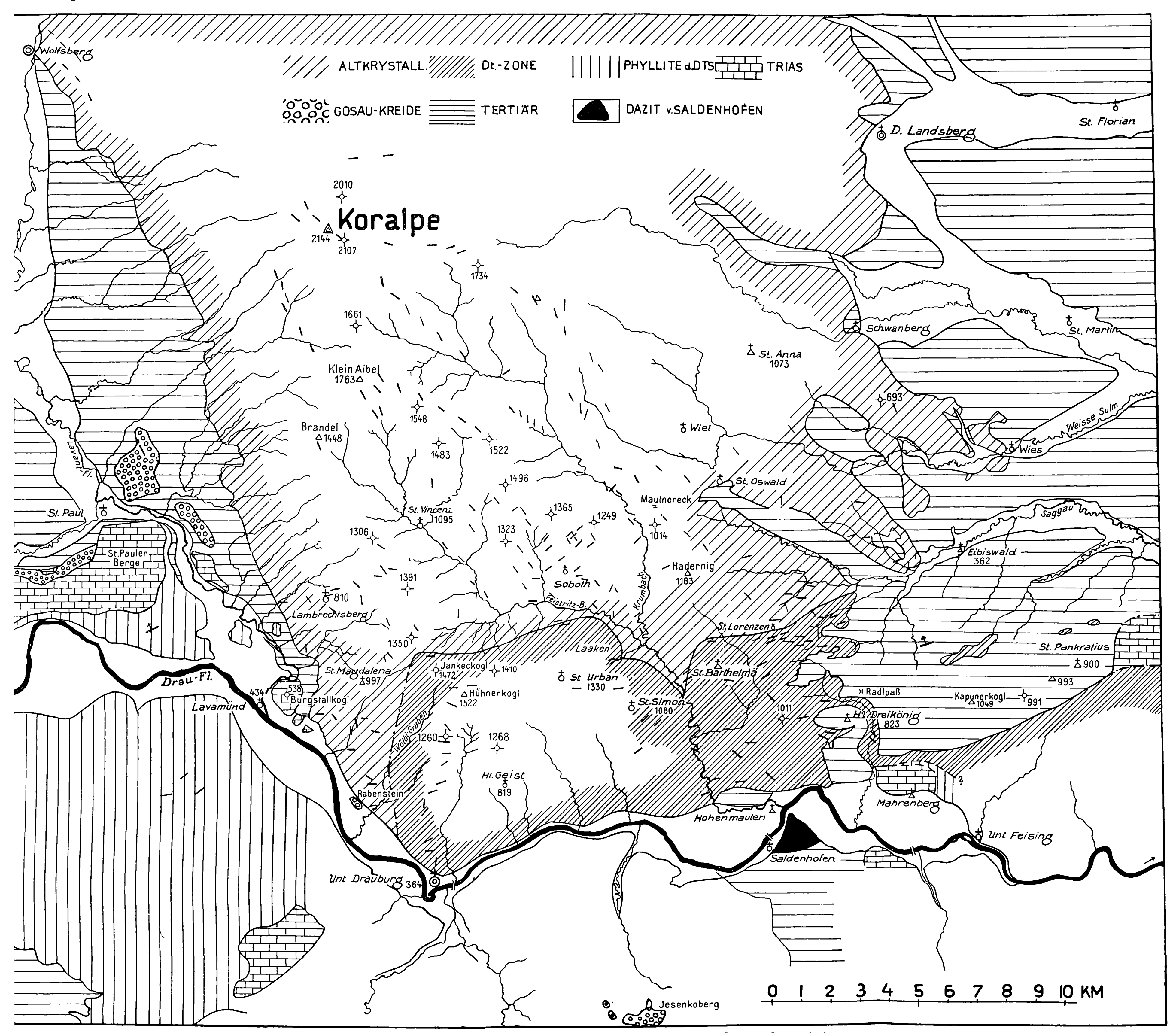
95. 1910. Welisch L., Beitrag zur Kenntnis der Diabase der Steiermark. MnV. **47**.

96. 1903. Wessely C. und N., Über ein Vorkommen von Andalusit in Steiermark. MnV. **40**.

Inhalt.

Bemerkung zur Übersichtskarte des Koralpengebietes (mit teilweiser Benutzung der Karte von Rolle u. a. Maßstab zirka 1 154.000).

Als Grenze zwischen AK und Dt-Zone wurde die Unterkante des Granatglimmerschiefers vom Jankeckogel eingetragen. Die Ds greift aber etwas weiter gegen Nord. Man beachte die Knickungszone von Soboth!


ALTKRYSTALL.
Dt.-ZONE
PHYLLITE d. DTS
TRIAS
GOSAU-KREIDE
TERTIÄR
DAZIT v. SALDENHOFEN
Koralpe
Wolfsberg
D. Landsberg
St. Florian
Schwanberg
St. Martin
St. Anna 1073
Wiel
Wies
Weisse Sulm
St. Oswald
Mautnereck
Saggau
Eibiswald 362
Hadernig 1183
St. Paul
St. Pauler Berge
Lavant-Fl.
Klein Aibel 1763
Brandel 1448
St. Vincenz 1095
Soboth
Feistritz-B.
Krumbach
Lambrechtsberg
St. Lorenzen
Laaken
St. Pankratius
St. Magdalena 997
Jankeckogl 1472
Hühnerkogl 1522
St. Urban 1330
St. Barthelmä
St. Simon 1060
Radlpaß
Kapunerkogl 1049
Hl. Dreikönig 823
Drau-Fl.
Lavamünd
Burgstallkogl
Wölbl-Graben
Hl. Geist 819
Rabenstein
Hohenmauten
Mahrenberg
Unt. Feising
Saldenhofen
Unt. Drauburg 364
Jesenkoberg
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 KM